LUIGI GUSSALLI

# Propulsori a reazione per l'Astronautica

## SECONDA COMUNICAZIONE

LA RIDUZIONE DEL CONSUMO DEI PROPULSORI
PUÒ RENDERE POSSIBILE
LA NAVIGAZIONE NEGLI SPAZI INTERSIDERALI

Editore GIULIO VANNINI
BRESCIA - 1941 XIX

Digitized by Google

ENGINEERING LIBR.

TUTTI I DIRITTI SONO RISERVATI

Digitized by Google

TL671
.2
G85
Engin.
Library

## *PREFAZIONE*

*Ho raccolto dei dettagli interessanti in una visita allo studio dell'Autore. Da giornali, da fotografie, da richiami di meccanica e di sport ho rilevato un nesso d'eccezione: il Gussalli si ritrova sempre all'avanguardia nelle manifestazioni di tecnica e di sport che si sono imposte e che sono riuscite a costituire trionfalmente le grandi branchie dell'industria e dello sport attuale.*

*Giovane studente, quando l'aviazione non esisteva ancora, studia e prevede già l'avvenire dell'aviazione colla costruzione di piccoli modelli d'aeroplani capaci di volare effettivamente, precedendo l'attuale aereomodellismo.*

*Allora si diceva: l'aeroplano?... impossibile!*

*Nello stesso periodo si interessa agli inizi del cinematografo, costruendo dei praxinoscopi e poco dopo inventa un nuovo metodo per la stereoscopia diretta.*

*Allora si diceva: il cinematografo?.... impossibile!*

*Si appassiona poi alla nascente automobile e si dedica alle prime disprezzate « caffettiere » monocilindriche, a vapore, a motore posteriore con diritto al titolo di « più giovane pioniere » fra i primi automobilisti italiani.*

*Allora si diceva: l'automobile?... impossibile!*

*Nel* 1910 *cade con un pallone libero nel convento delle suore di via S. Martino in Brescia.*

*Nel* 1909-1912 *inizia le sue esperienze sull'Astronautica con diritti alla priorità internazionale assoluta.*

*Nel* 1917 *costruisce e brevetta il primo modello di carro d'assalto italiano, e per questa priorità viene recentemente premiato alla Mostra di Leonardo a Milano e ricevuto a Palazzo Venezia.*

*Allora si diceva: il carro d'assalto?... impossibile!*



Digitized by Google

*Ho voluto ricordare questi fatti, perchè come ho detto, il Gussalli ha sempre dimostrato la rara facoltà di prevedere ed iniziare con ardite esperienze personali, quello che poi doveva riuscire per il normale svolgersi del progresso.*

*In questo libro l'Autore tratta un nuovo problema arduo, ma dal tenore dell'esposizione e dalla balda sicurezza delle previsioni, balza evidente che l'Autore si trova in una posizione di favore: nella posizione di chi ha mille volte sentito dire la parola* impossibile *ed è sempre arrivato alla parola* possibile.

*Il problema è dunque in buone mani.*

Editore Giulio Vannini

Digitized by Google

# INDICE

## Parte Prima

PROPULSORE A DOPPIA REAZIONE - MOD. **1912**



## Parte Seconda

VEICOLO PER L'ASTRONAUTICA - « GUSSALLI - MOD. **1939**»



Digitized by Google

**Parte Terza**

RAFFRONTI E CRITICHE TECNICHE



Digitized by Google

# PROPULSORI A REAZIONE PER L'ASTRONAUTICA

**SECONDA COMUNICAZIONE**

LA RIDUZIONE DEL CONSUMO DEI PROPULSORI
PUÒ RENDERE POSSIBILE
LA NAVIGAZIONE NEGLI SPAZI INTERSIDERALI

Digitized by Google

Digitized by Google

PARTE PRIMA

# Propulsore a doppia reazione Mod. 1912

---

*Per aspera ad astra.*

* * PREMESSE. — Da ricercatore « anziano » desidero dire due parole sulle anticipazioni e sulle ricerche.

Tutti i tecnici si sentono inventori « in pectore » ma pochissimi osano esporre le loro idee. Se qualche martire osa questo, tutti i taciturni acquistano voce per gridare il « crucifige ».

Eppure il ricercatore, anche se idealista, anche se fa della meccanica un'arte, è quella persona necessaria che deve dire prima degli altri delle cose in via di preparazione. Quindi discutibili.

Dice delle cose nuove perchè conosce i difetti degli altri tecnici, il loro pudore nel parlare d'invenzioni, il loro terrore di imbattersi in un'equazione od in una legge contraria di Fisica Matematica (terrore che mi rimane tra i ricordi di vecchio allievo dell'Università di Pavia) e sopra tutto la loro ignavia nel forzare la materia cerebrale sulla strada che non ha rotaie.

Dice delle cose nuove perchè questo gli è possibile, così come è possibile ad un pittore dipingere un buon quadro, o ad uno scrittore scrivere un buon libro.

La massa di idee, l'infinità di risorse che deve avere un ricercatore, gli impediscono di ricorrere a plagi, alle

Digitized by Google

riviste estere, perchè non ne avrebbe vantaggio, nè tempo, nè sopra tutto la possibilità perchè di solito non trova neppure delle traccie utili nella teoria, che arriva trionfante sempre dopo.

Nella mia lunga carriera in quest'arte delle macchine, ho di frequente avuta la sensazione di dire delle cose interessanti.

Se vorrete leggere con attenzione questa relazione, senza troppa diffidenza, dovrete ammettere che questo ciclo di ricerche sull'Astronautica che ho svolto in trent'anni, ha segnato un graduale evidente perfezionamento. Potrete pensare che vi siano dei particolari giusti e dei particolari errati, ma dovrete ammettere per l'evidenza assoluta che colla costanza e col tempo ho superate delle difficoltà che noti studiosi avevano giudicate insuperabili.

Naturalmente non considero questo ciclo chiuso.

Dunque ho ottenuto un dato risultato, che potrà essere meglio definito in seguito.

Se numerosi altri tecnici si occupassero effettivamente dell'Astronautica e potessero offrire numerosi progetti, dati, risultati, come ho potuto fare io, è logico ammettere che anche questo problema della navigazione negli spazi intersiderali, che ancor oggi viene da molti relegato nei dominii della fantasia, si avvierebbe verso una prossima soluzione come è avvenuto per gli altri problemi simili, superati oggi dal metodico progresso.

Per aspera ad astra.

LUIGI GUSSALLI

Digitized by Google

Cap. I. - DISCUSSIONI TECNICHE. — Ritengo necessario premettere che il formulare un giudizio tecnico sul veicolo per l'Astronautica qui descritto, presenta gravi difficoltà e che queste difficoltà risultano con evidenza dall'incertezza delle critiche di illustri scienziati specialisti in Astronautica, critiche che riporto in seguito.

Questo dipende dal fatto che l'ambiente tecnico attuale non si interessa ancora abbastanza seriamente all'Astronautica ed ha su essa criteri inesatti, e dal fatto che i pochi competenti in Astronautica si interessano esclusivamente dei razzi a polvere od a combustibile liquido. Non avendo questo apparecchio nulla in comune con questi sistemi di razzi, risulta necessario un grave e minuzioso studio con lunga apposita preparazione, anche ad uno scienziato competente nell'Astronautica, per potere eseguire un accurato esame tecnico di questo apparecchio.

Questo spiega perchè le critiche dei specialisti, che riporto in seguito, sono insufficienti od infondate per incompetenza nei riguardi di questo nuovo metodo.

La mia pratica più che trentennale come pioniere ed esperimentatore nell'Astronautica, (vedi Appendice) mi ha insegnato che i tecnici degli Istituti scientifici in genere, non hanno alcuna preparazione sull'Astronautica e che lo confessano apertamente. Ne consegue che ricorrendo a questi Istituti, nella migliore delle ipotesi si va incontro ad una enorme perdita di tempo, senza alcun vantaggio per la reale discussione tecnica e per qualsiasi genere di pubblicazione. E' notorio che quello che non viene pubblicato non esiste.

Inoltre ho riscontrato che molti scienziati classici non osano esprimere una loro opinione favorevole sull'Astronautica, per timore delle satire della gente un po' ottusa e perciò preferiscono tacere, per evitare questo pericolo.

Digitized by Google

Nonostante questo, ho tentato di sottoporre questi miei studi alla discussione tecnica dei più noti scienziati dell'Astronautica, ma sopravvenuto questo periodo di conflagrazioni internazionali, per le enormi difficoltà di comunicazione, questo lavoro di critica tecnica per corrispondenza, mi è risultato troppo difficile.

Però sebbene queste discussioni tecniche siano rimaste incompiute ed insufficienti, ho potuto avere qualche comunicazione tecnica di un certo interesse (riporto le critiche più importanti nella parte 3ª) coi più noti scienzati internazionali o coi centri di studi sull'Astronautica e ricordo fra questi:

In Francia: Robert Esnault Pelterie, pioniere e fondadatore della sezione Astronautica alla Société Astronomique de France.

In Germania: il Prof. Hermann Oberth, oggi riconosciuto come uno dei principali teorici dell'Astronautica; l'Ing. Guido Baron von Pirquet; Willy Ley.

In Russia: il Prof. Nicolai Rynin della G. I. R. D. (groupe d'Etude de la Propulsion par reaction).

Negli Stati Uniti: il Prof. Robert H. Goddard, notissimo per i suoi arditi tentativi; il prof. C. Abbot della Smithsonian Institution; l'Ing. Africano della American Rocket Society, ed altri insigni studiosi.

Questi nomi rappresentano l'ambiente scientifico più noto e fattivo per l'Astronautica nel mondo internazionale.

Cap. II - COME E' NATO IL « VEICOLO PER L'ASTRONAUTICA » - MOD. 1939. — Questo apparecchio per la navigazione negli spazi non è stato ideato in un unica ripresa. Qualsiasi ricercatore intelligente vede subito che non è possibile riunire in pochi mesi o in pochi anni la massa di innovazioni, esperienze ed informazioni, necessarie per costituire questo complicato sistema, che si stacca nettamente da quasiasi altro apparecchio meccanico noto.

Nel 1909 ho iniziate delle esperienze preliminari sulla

Digitized by Google

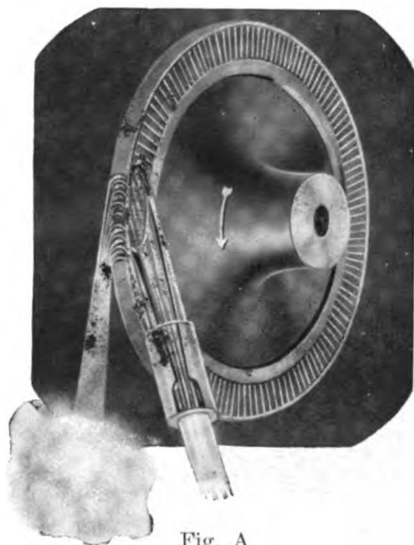


Fig. A

Veduta prospettica della ruota in un propulsore a doppia reazione

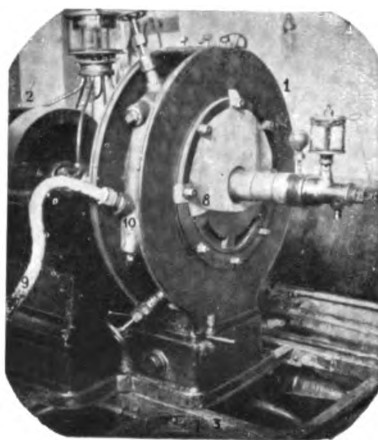


Fig. B

Propulsore a doppia reazione per esperienze.

Questo propulsore è la macchina inversa della turbina De Laval

Digitized by Google

Digitized by Google

reazione e nel 1912 ho iniziate le esperienze col propulsore a doppia reazione che descrivo al Cap. IV.

Il propulsore « a doppia reazione » (sistema Gussalli - mod. 1912) oltre alla camera di combustione ed all'ugello, è fornito di una ruota mobile del tipo turbina, che in luogo di ricevere l'energia dei gas è fatta girare in senso contrario da un ***motore ausiliario***, ed aumenta la pressione dei gas o li rigetta con velocità accresciuta, comunicando loro un supplemento di energia. Questa turbo ruota comunica quindi un supplemento di energia ai gas d'eiezione utilizzati per la propulsione del veicolo.

E' sorta in seguito la questione del più conveniente sistema di alimentazione del ***motore ausiliario*** (vedere la discussione col M. Esnaulti Pelterie al Cap. 46) questione che si è protratta per molti anni, perchè può presentare varie soluzioni di molto difficile realizzazione per ora.

In questo periodo per le ascensioni del Piccard, e di altri, nella stratosfera, ***ho potuto avere la conferma sperimentale, effettiva, come io ricerco sempre, dei dati che prima solamente si calcolavano o si supponevano, sui fortissimi salti di temperatura che si riscontrano nella stratosfera ed oltre***, tra il lato di un corpo illuminato dal sole e il lato all'ombra, e tra una superficie nera ed una superficie riflettente (vedere Cap. 12).

Per questi dati mi sono convinto della possibilità di utilizzare praticamente un generatore di vapore, riscaldato dalle radiazioni solari, per la navigazione negli spazi.

***Si poteva quindi applicare questo generatore di energia gratuita, illimitata, per l'alimentazione del motore ausiliario del mio propulsore a doppia reazione ne 1912***. Così è nato il « Veicolo per l'Astronautica Gussalli modello 1939 ».

Questa è la soluzione di ordine superiore che studiavo da anni e che rappresenta la risposta più brillante e decisiva che io posso dare alle obbiezioni sul consumo del mio

Digitized by Google

propulsore, del Esnault Pelterie e di altri. Mi si era criticato il consumo superiore del motore ausiliario, ed io ho abolito al cento per cento ogni consumo di questo motore. Se questo risultato è venuto a trent'anni di distanza dall'inizio, il suo valore giustifica ogni ritardo.

Quando un piccolo gradino nella scala del progresso, fa parte di un ascesa maestosa, senza limiti, come è il caso dell'Astronautica, questo piccolo gradino può assumere un valore enorme, se pubblicato, studiato e messo in giusta evidenza.

Questo veicolo per l'Astronautica è molto complesso, ma le diverse innovazioni sul quale si basa sono già state eseguite sperimentalmente da me o da altri, cosicchè ne è effettivamente possibile l'attuazione coi mezzi meccanici moderni, così come nel 1900 si poteva già tentare la costruzione dei primi modelli sperimentali di aereoplani con delle possibilità di successo.

Bisogna ben notare che io non sono uno scrittore tecnico od un teorico idealista, ma sono un ricercatore che riferisce le sue esperienze e deduzioni dopo aver tentato di eseguirle nei limiti delle sue possibilità. E' però evidente che le esperienze che riferisco al Cap. IV e molte altre importantissime che ho eseguite in seguito, hanno un valore eguale o superiore per concetto, esecuzione, apparati meccanici impiegati e spese relative (che ho sopportate sempre personalmente, perchè in questi studi sicuramente passivi, è illusorio chiedere sovvenzioni) alle esperienze eseguite coi primi aereoplani Bleriot e simili, su accennate.

Ma lo studio per poter navigare negli spazi anzichè nell'aria, ha portato le mie esperienze in un ordine di difficoltà e complicazioni ben superiori a quelle incontrate dai costruttori dei primi aereoplani, che non è facile spiegare neppure ai tecnici attuali. Perciò occorre buona volontà e perseveranza anche in chi legge.

Cap. III - La teoria e la macchina. — Per una discussione tecnica bisogna distinguere le due parti di questo

Digitized by Google

studio: il sistema teorico ed il sistema tecnico di risoluzione, cioè la teoria e la macchina.

La prima parte, basata su esperienze sul minor consumo raggiungibile, lascia prevedere la completa risoluzione della navigazione negli spazi.

La seconda presenta schemi e dettagli di costruzione meccanica, per l'effettiva costruzione di un modello di prova.

La prima parte è la più discussa e naturalmente può essere modificata. Per me ha un interesse secondario, e l'ho semplicemente accennata perchè la mia visione positiva sulle esperienze mi insegna che questa discussione potrà avere un valore reale solo dopo che si sarà ottenuto qualche successo e cioè effettuato un piccolo percorso fuori della stratosfera. La seconda parte, che è la precipua, pare sia generalmente accettata dagli scienziati competenti, perchè come vedrete dalle critiche annesse (parte terza) mi si è criticato il consumo, la possibilità di raggiungere una velocità di liberazione di m/s 9000, ecc. ***ma non mi si è ancora fatta una critica basata e competente sul mio complesso sistema meccanico*** e cioè sulla macchina e sui dispositivi tecnici. Questa è la miglior prova che se ne vede la possibilità di costruzione.

Io cerco la critica tecnica basata e dettagliata, per interesse mio e degli altri, ma naturalmente avviso i critici animati da spirito caustico e demolitore, che ogni asserzione è nei limiti del possibile, basata su molti dati di esperienza o d'appoggio e che il mio metodo di ricerca tecnica mi ha già permesso nel passato d'iniziare con successo esperienze e studi importantissimi 10 o 20 anni prima che entrassero nel dominio pubblico.

Cap. IV - Propulsore a doppia reazione - mod. 1912-P. D. — Queste mie esperienze del 1912 sono già state pubblicate nel 1923 in una relazione edita dalla Società Editrice Libraria di Milano e nel 1930 in una comunicazione

Digitized by Google

presentata al XIX congresso della Soc. It. per il Progresso delle Scienze.

Si riassumono brevemente qui perchè è necessario esporle prima della descrizione del Veicolo per l'Astronautica Gussalli mod. 1939 che ne è il complemento.

* * *Descrizione.* — Abbiamo iniziato nel 1912 delle esperienze con un tipo di propulsore che per le sue caratteristiche abbiamo definito *a doppia reazione.*

Il principio del propulsore a doppia reazione ***consiste nel far agire le palette di una ruota mobile da turbo ventilatore, dotate della massima velocità periferica possibile, su un getto di gas animato dalla più alta velocità raggiungibile, per ottenere sul propulsore la più intensa reazione*** (sistema L. Gussalli).

Schematicamente il propulsore a doppia reazione è composto (fig. C.): di una camera di combustione *G*, provvista dell'ugello conico di espansione *A*. Questa camera effettua la ammissione del combustibile da *n* del comburente da *m* e l'accensione in *p*.

Di una ruota mobile a palette *B*, capace di sopportare una velocità periferica di 450 metri al secondo (simile per costruzione alla ruota delle turbine a vapore De Laval.

Di un motore ausiliario *M*, provvisto del moltiplicatore di velocità *N* che fa ruotare la ruota mobile *B* ad un'altissima velocità secondo la direzione *h*.

Il propulsore funziona nel modo seguente: La camera di combustione *G* scarica dall'ugello *A* i gas ad altissima velocità sulle palette della ruota *B*. Questa ruota, al contrario di quanto avviene nelle turbine a gas, vien fatta ruotare ad altissima velocità dal motore *M* in senso inverso alla direzione del gas, per ottenere, secondo i modelli, una forte contro pressione sull'interno delle palette, oppure un aumento di velocità nel getto d'eiezione finale *d*. Questo sistema comunica al getto di gas un supplemento di energia e genera una potente reazione sulla ruota a palet-

Digitized by Google

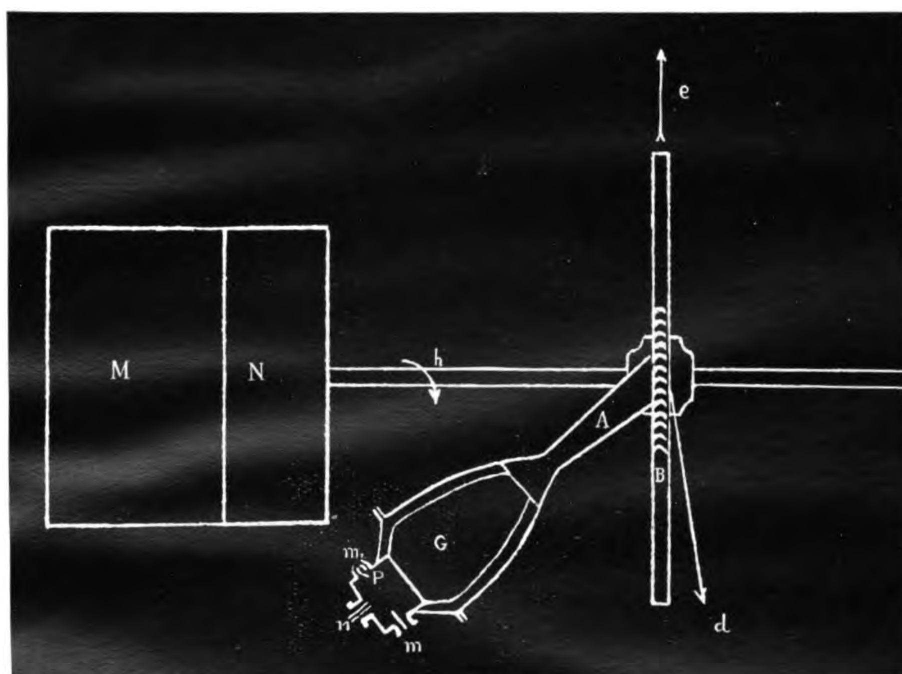



**Fig. C — Propulsore a doppia reazione.**

Digitized by Google

Digitized by Google

te, reazione che si traduce in forza di propulsione del veicolo nella direzione *e* e cioè in senso contrario alla direzione d'uscita dei gas *d*.

Questo propulsore è la macchina inversa della turbina De-Laval (vedi fig. A) ed è concepito per comunicare al fluido un'energia cinetica che il solo trattamento termico non arriva a comunicare.

Cap. V - MASSIMA DEVIAZIONE DI UN GETTO. — Esaminiamo le variazioni imposte al fluido nei canali interni. Se si suppone (fig. D) che l'ugello scarichi i gas ad alta velocità sulle palette *AB* della ruota mobile e che questa sia immobilizzata, avverrà che i gas usciranno dall'apparecchio secondo la tangente $u_1$ al punto d'uscita delle palette e l'apparecchio sarà sollecitato a muoversi in senso contrario a questa direzione dalla sola forza di reazione prodotta dal generatore *G*, così come se fosse il solo generatore *G* che funzionasse nello spazio coll'ugello rivolto nella direzione $u_1$.

Avremo quindi per ora un effetto uguale a quello di un propulsore a reazione semplice. Facciamo ora entrare in funzione la ruota mobile: Le palette di questa ruota muovendosi in senso contrario alla direzione del fluido l'investiranno coll'altissima velocità risultante dalle due velocità contrarie del gas e delle palette; poi la direzione del getto di gas verrà deviata dal profilo interno della paletta secondo l'angolo più grande possibile in un tempo brevissimo. Il gas esce poi dalla paletta dopo aver ricevuta anche l'energia meccanica del motore senza urto od altre sensibili perdite.

Esaminiamo il momento nel quale avviene la deviazione del gas, cioè quando la direzione del fluido sulla paletta cambia segno: Per la composizione del movimento della paletta contrario a quello del fluido si vede che la traiettoria assoluta del gas, sarà diversa da quella relativa sulla paletta e che cioè il gas percorrerà una curva tanto

Digitized by Google

più stretta e tanto più veloce quanto maggiore sarà la velocità della ruota. Dalla fig. 3, nella quale *AB* rappresenta una paletta, *V*, la velocità di entrata del gas nei canali mobili tangente ad *A*, *u* la velocità di rotazione della ruota, $u_1$ la velocità del gas tangente alla paletta in *B*, e $V_1$ la velocità assoluta dei gas all'uscita delle palette, cioè la risultante delle velocità *u* ed $u_1$, risulta evidente che ogni aumento della velocità *u* della ruota diminuisce l'angolo $\beta$ che la risultante $V_1$ fa col piano di rotazione della ruota, e quindi tale aumento di velocità aumenta l'angolo di distorzione $\gamma$ del gas.

Ne consegue che, siccome il getto di gas ha la velocità massima che si può raggiungere con un generatore a combustione (cioè superiore ai 4000 metri al secondo) e la paletta la velocità lineare massima che si può raggiungere meccanicamente (cioè superiore ai 500 metri al secondo) ***otterremo una massima deviazione del getto fluido, e cioè quasi l'inversione completa nella frazione di tempo e di spazio più breve che può essere raggiunta con un sistema meccanico.***

E' evidente che questa fantastica rapidità di deviazione deve dar luogo a delle manifestazioni simili a quelle descritte al Cap. 17 sui proiettili e sulla rigidità dei fluidi e delle materie flessibili, e che cioè dovremo arrivare ad ottenere delle reazioni come se le palette della ruota prendessero appoggio non su un gas, ma su un corpo quasi solido e resistente, atto a servire di punto d'appoggio per la propulsione nello spazio.

La reazione prodotta da questa distorsione del getto all'incontro di queste velocità non può essere calcolata perchè presenta troppe incognite, nè ad esempio ci possono più servire le regole generali usate pel calcolo dei turbo ventilatori a reazione che considerano la pressione proporzionale al quadrato della velocità periferica della ruota mobile. Infatti se consideriamo la paletta che batte il fluido (che corre all'incontro), colla velocità molto superiore di una palla da fucile, riteniamo ben opportuno un raf-

Digitized by Google

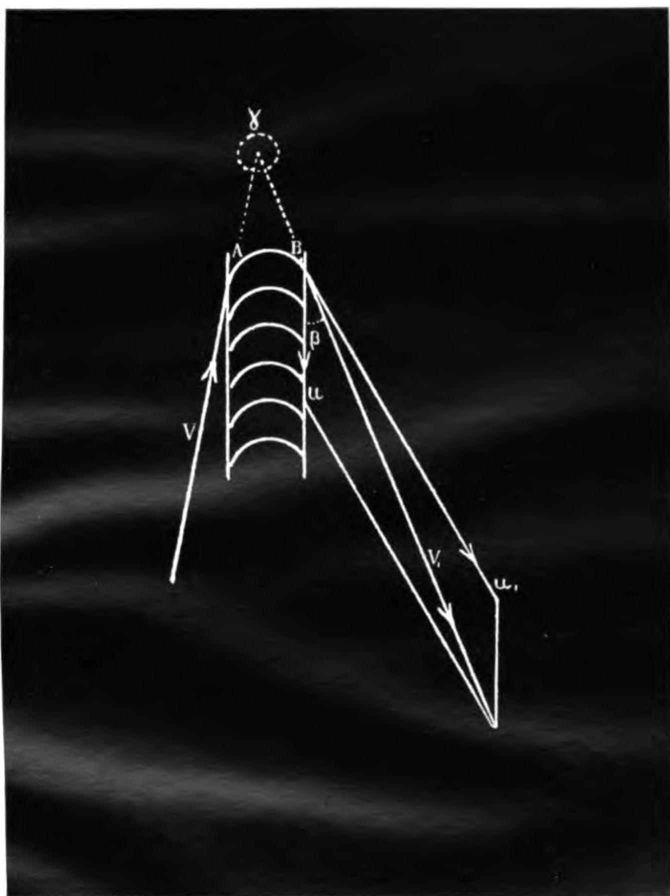



Fig. D — Massima deviazione di un getto.

Digitized by Google

Digitized by Google

fronto tra la pallottola del fucile che incontra l'aria e la devia coll'ogiva curva in modo da diminuire l'urto dell'aria e la nostra paletta che incontra il gas e lo devia di un angolo ben superiore, ma sempre senza urto diretto sul fluido. Diviene allora una conseguenza logica il richiamare quanto abbiamo detto al Cap. 17 sulla resistenza dell'aria al moto dei proiettili e cioè che essa cresce per la loro velocità come il quadrato, come il cubo, come una proporzione crescente e non definita della velocità del proiettile e di ritenere che anche la pressione sull'interno della paletta crescerà con tali enormi misure. E perchè in modo simile non crescerà anche lo sforzo di trazione che è appunto quello a cui tende il nostro lavoro? Riteniamo che potremo presto riuscire a misurare sperimentalmente la potenza utile prodotta dal propulsore a doppia reazione, non come effetto di una reazione della emissione, ma come una reale contropressione sull'apparecchio (Cap. VII) senza la caduta alla pressione intermedia di regime (cosa non raggiunta coi propulsori a reazione semplice) e che avremo un perfetto sistema di propulsione per la navigazione nello spazio, con un buon rendimento anche per le piccole velocità essendo già ammesso che per le altissime velocità il rendimento è buono nei sistemi a propulsione diretta.

Cap. VI - ESPERIENZE ESEGUITE COL PROPULSORE A DOPPIA REAZIONE. — Nell'esperienze eseguite nel 1912 si è presa in esame solo l'azione della turbo ruota sul getto di gas ad altissima velocità, che come si è visto chiaramente, è il principio base del propulsore, principio che è buona base allo scopo che si prefigge questo trattato. Non si è esperimentata la camera di combustione per i gas, ma la si è sostituita con un generatore istantaneo di vapore. Poche Officine specializzate possono assumere la costruzione delle turbo ruote e della camera di combustione e tanto meno l'avrebbe potuto ten-

Digitized by Google

tare il nostro laboratorio privato. Ci si dovette quindi accontentare degli apparecchi che si potevano acquistare sul mercato industriale ed adattarli alle esigenze della prova. Abbiamo usato invece della ruota speciale del propulsore, la ruota mobile di una turbina a vapore De Laval del tipo HP 50 opportunamente modificata ed invece della camera di combustione dei gas, un generatore Serpollet a vapore surriscaldato. Si vede facilmente che queste sono le due macchine che meglio presentavano le caratteristiche che ci occorrevano ma che un'esperienza condotta con tali macchine può solo constatare dati di carattere generale.

Si è solo esperimentata la trazione nel senso orizzontale che il propulsore può effettuare su un veicolo, ad esempio su uno chassis d'automobile, ma per i propulsori a reazione è indifferente il funzionare secondo una linea orizzontale o verticale.

Si vede dalle fotografie (fig. E e F) come venne montato il propulsore. Il corpo di una turbina a vapore De Laval, tipo HP. 50 (1) col riduttore di velocità ad ingranaggi elicoidali (2) dopo le modifiche necessarie venne montato su uno chassis automobile Serpollet tipo HP. 12 (3) come si vede dalle fotografie nelle quali i numeri corrispondono. Lo chassis Serpollet ha nel cofano posteriore (4) un generatore istantaneo di vapore surriscaldato, che può sopportare delle pressioni superiori alle atm. 50, generatore composto di un lunghissimo serpentino riscaldato da bruleurs a petrolio. Nel mezzo dello chassis è piazzato il motore a quattro cilindri (5) alimentato dal generatore suddetto, e questo motore fa funzionare le ruote posteriori (11) per mezzo di una trasmissione a catena.

Per la nostra esperienza si è sostituito il pignone della trasmissione di destra con una puleggia (6) legata per mezzo di trasmissione a cinghia alla puleggia (7) del riduttore della turbina De Laval. La catena di sinistra venne staccata, il differenziale eliminato e tutto venne disposto in modo che funzionando il motore a vapore (5) la rotazione fosse trasmessa solamente alla puleggia del riduttore di

Digitized by Google

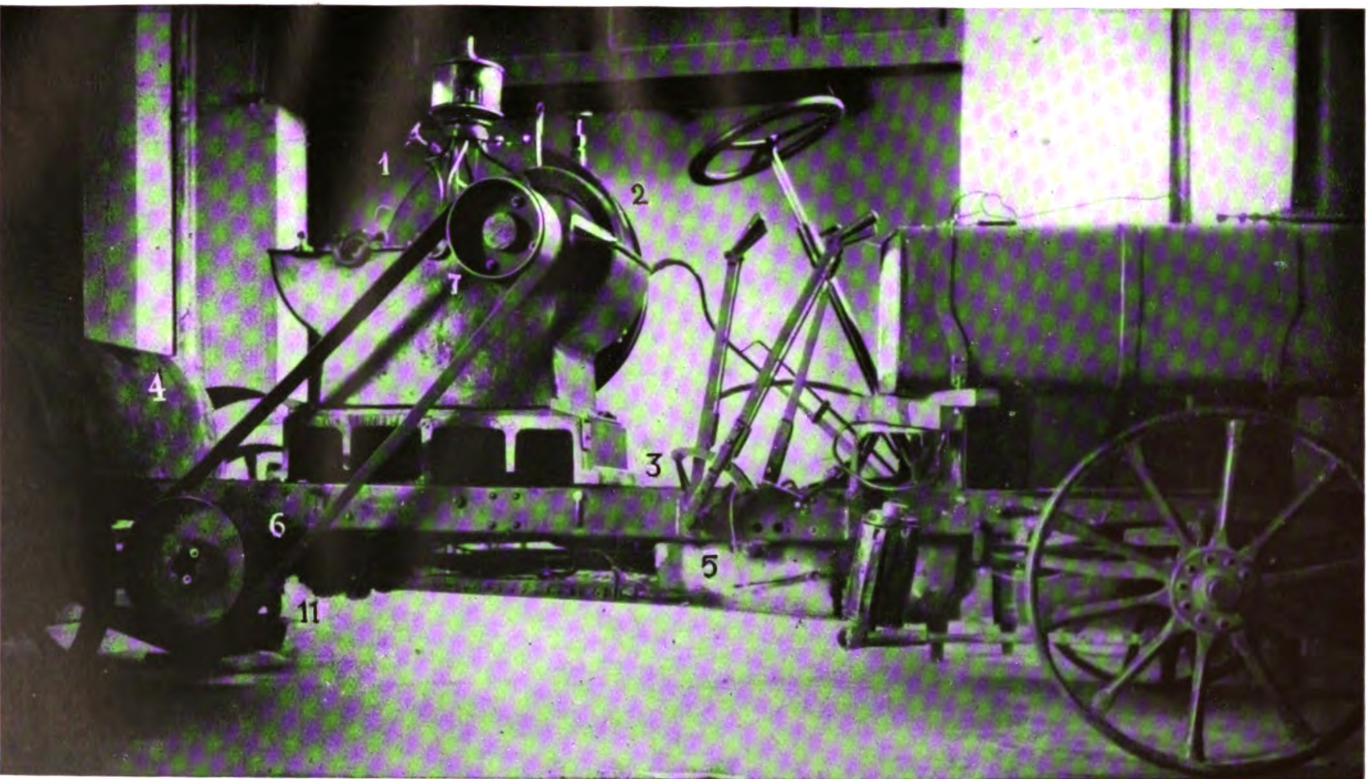



Fig. E — Propulsore a doppia reazione costruito nel 1912 per le esperienze Gussalli. Priorità internazionale (lato destro).

Digitized by Google

Digitized by Google

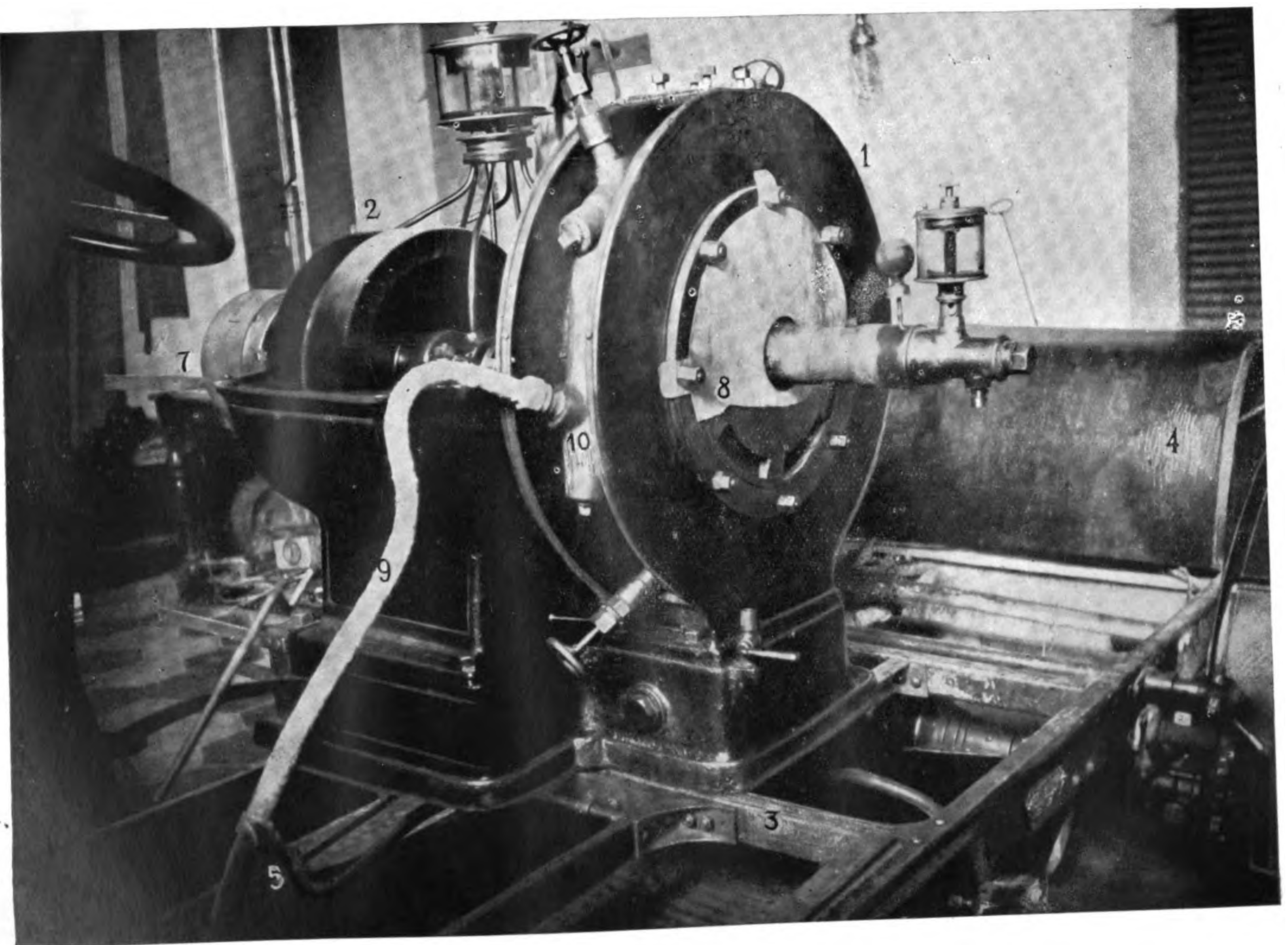



Fig. F — Propulsore a doppia reazione costruito nel 1912 per le esperienze Gussalli.
Priorità internazionale per i propulsori Astronautici (lato sinistro).

Digitized by Google

Digitized by Google

velocità. Di conseguenza il riduttore funzionava da moltiplicatore di velocità e la ruota mobile (8) della turbina era sollecitata a ruotare in senso inverso al suo senso normale di rotazione e ad una velocità che poteva raggiungere i 16.000 giri al minuto.

Con una tubatura apposita (9) venne presa una derivazione di vapore dal motore e condotta all'ugello più basso (10) della turbina, opportunamente modificato. Si fece funzionare questo apparecchio facendo ruotare la ruota mobile per mezzo del motore a vapore nel senso detto e poi scaricando il vapore sulla ruota dall'ugello (10) in direzione contraria alla direzione di rotazione della ruota. Lo scarico del vapore dalle palette nell'aria, avveniva quindi in direzione della parte anteriore dello chassis automobile e produceva sull'apparecchio una reazione tendente a spingerlo indietro cioè verso la sinistra della fig. E. Per poter misurare lo sforzo di trazione prodotto da tale reazione, le quattro ruote dello chassis si fecero appoggiare su quattro rotaie.

Si riscontrarono delle difficoltà di funzionamento per l'insufficienza del generatore di vapore.

Con altre esperienze si scaricò direttamente nell'aria e coi metodi più opportuni la medesima energia totale usata nell'esperienza sopradescritta e *si constatò che lo sforzo di trazione che si ottiene col metodo a doppia reazione è molto superiore a quello che si può ottenere coi propulsori che utilizzano la reazione direttamente.*

E questo si voleva appunto constatare coll'esperienza iniziale.

L'esperienza si limitò a questo carattere di prova dello sforzo di trazione perchè i macchinari che si dovettero adoperare non permisero che la costruzione dell'apparecchio ingombrante e pesante (circa Kg. 2500) rappresentato dalle fotografie, mentre un propulsore di eguale forza costruito appositamente secondo i criteri prima enunciati, non potrebbe pesare che poche decine di chilogrammi e potrebbe servire ad interessanti prove di elevazione (Cap. 52 - N. 10).

Digitized by Google

Cap. VII - Il punto critico nella reazione. — E' noto che i gas si possono comprimere facilmente e che nel comprimerli si incontra una resistenza che cresce progressivamente secondo date leggi. Ad un certo punto il gas raggiunge il suo punto critico, diviene liquido e subitamente quasi incomprimibile.

Oggi tutti trovano naturale che le leggi che regolano la compressione di un gas, si arrestino e divengano inapplicabili quando il gas ha raggiunto il suo punto critico ed è divenuto liquido. Ma quando ancora non si conosceva la possibilità di liquefazione dei gas permanenti si credeva che le leggi che ne regolano la compressione, procedessero all'infinito.

Oggi i fisici si ritrovano in un'analoga situazione errata nei riguardi delle leggi che regolano la reazione o meglio la reazione di un corpo fluido alla penetrazione di un corpo solido animato di altissima velocità.

Si ammette in genere che, secondo date formole, aumentando progressivamente la velocità, una massa rigida definita, possa spostare una massa fluida indefinita, e che un proiettile che raggiunga l'elevata velocità necessaria debba riuscire a perforare qualsiasi spessore. I miei studi ed esperienze mi hanno invece convinto dell'esistenza di questa legge:

***Esiste un punto critico nella pressione provocata dalla reazione di un fluido alla penetrazione di una massa rigida, raggiunto il quale punto la massa rigida*** (o proiettile) ***qualunque sia la velocità da cui è animata, viene arrestata o deviata quasi istantaneamente dalla nuova altissima resistenza opposta dal corpo fluido.***

Naturalmente questo è un enunciato di massima, che si potrà meglio definire dopo speciali esperienze.

La balistica offre dei dati e dei fenomeni sicuri per

Digitized by Google

l'esperimentatore che sa interpretarli, ma la teoria giusta non è ancora nota.

Riporto nel ***capitolo 17*** delle osservazioni e dei dati di M. P. Chaville, Bouasse, Gen. Crocco, ed altri, che ***consiglio di leggere attentamente*** perchè offrono evidenti dati d'appoggio e spiegazione alla teoria ora enunciata sebbene siano stati scritti da insigni studiosi per studi indipendenti dall'attuale. Consiglio di porre molta attenzione all'articolo di P. Chaville.

**Cap. VIII - Come il punto critico viene utilizzato nel propulsore a doppia reazione.** — Vediamo come questo punto critico è stato utilizzato nel propulsore a doppia reazione per l'Astronautica, che è quanto direttamente interessa questa relazione.

Si è visto dal cap. 17 che esiste una velocità critica (ancora non ben definita) dopo la quale i proiettili si arrestano nettamente e scoppiano entrando nell'acqua, oppure s'arrestano o ritornano indietro entrando in una sostanza molle, dopo la quale l'aria forma un fungo solido di protezione e d'arresto sulle ogive. Questa velocità critica, nociva ai proiettili, ***si presta egregiamente al funzionamento del propulsore per l'Astronautica inteso come macchina inversa.***

Da quanto precede possiamo dedurre come è stata utilizzata nel nostro propulsore e possiamo così riassumere questa utilizzazione:

Come risulta da sezioni e fotografie (fig. G) l'azione del proiettile animato da velocità critica è solo locale, sul fungo che si forma sull'ogiva, e non si trasmette alla massa del fluido che rimane inerte. P. E.: La massa d'acqua circostante non accusa il movimento equivalente.

Questo avviene esattamente anche nelle palette della ruota mobile del nostro propulsore. Infatti se consideriamo la paletta che batte il fluido (che corre all'incontro)

Digitized by Google

***con una velocità di m/s 2500-4500 e quindi molto superiore alla velocità di una palla da fucile ed a qualsiasi velocità oggi meccanicamente raggiunta,*** riteniamo ben opportuno un raffronto tra la pallottola del fucile che incontra l'aria od un fluido e si ferma per la creazione di un fungo d'arresto e ***la nostra paletta che incontra il fluido a velocità altamente superiori, lo inflette con un angolo massimo e comprime nella sua faccia concava formandovi un fungo d'arresto quando si raggiunga il punto critico della pressione di reazione.***

Ne consegue che questo propulsore non funziona più per semplice reazione, perchè prende appoggio su un punto fermo (in senso relativo) e quindi va calcolato con formole nuove, che per questo artificio meccanico sono diverse da quelle stabilite dalla terza legge della Dinamica.

Ad esempio non è più necessario che ad un dato sforzo di trazione debba corrispondere una data velocità di emissione secondo le formole classiche: questo è evidente perchè ora si ottiene un arresto relativo dei gas compressi e perchè bisogna ora calcolare e sostituire alla velocità di emissione i fenomeni nuovi che si svolgono quando si manifesta questo punto critico nella reazione.

Questo spiega perchè è inesatta l'opinione espressa dalla lettera del Prof. Oberth (Cap. 47) mentre i miei dati si fondano sulle esperienze che ho eseguite.

Per ora dai risultati delle esperienze preliminari risulta che il consumo effettivo di questo propulsore per l'Astronautica, si può equiparare al consumo di una automobile od areoplano in salita, risultato che è sommamente logico in conseguenza a quanto si è detto e cioè che le palette funzionano come se si appoggiassero su un punto fermo, paragonabile ad una sostituzione dei punti d'appoggio delle eliche e delle ruote.

Qui un americano potrebbe dire che tutto questo corrisponde al loro motto « sollevarsi nell'aria tirando i legacci della scarpe ».

Digitized by Google

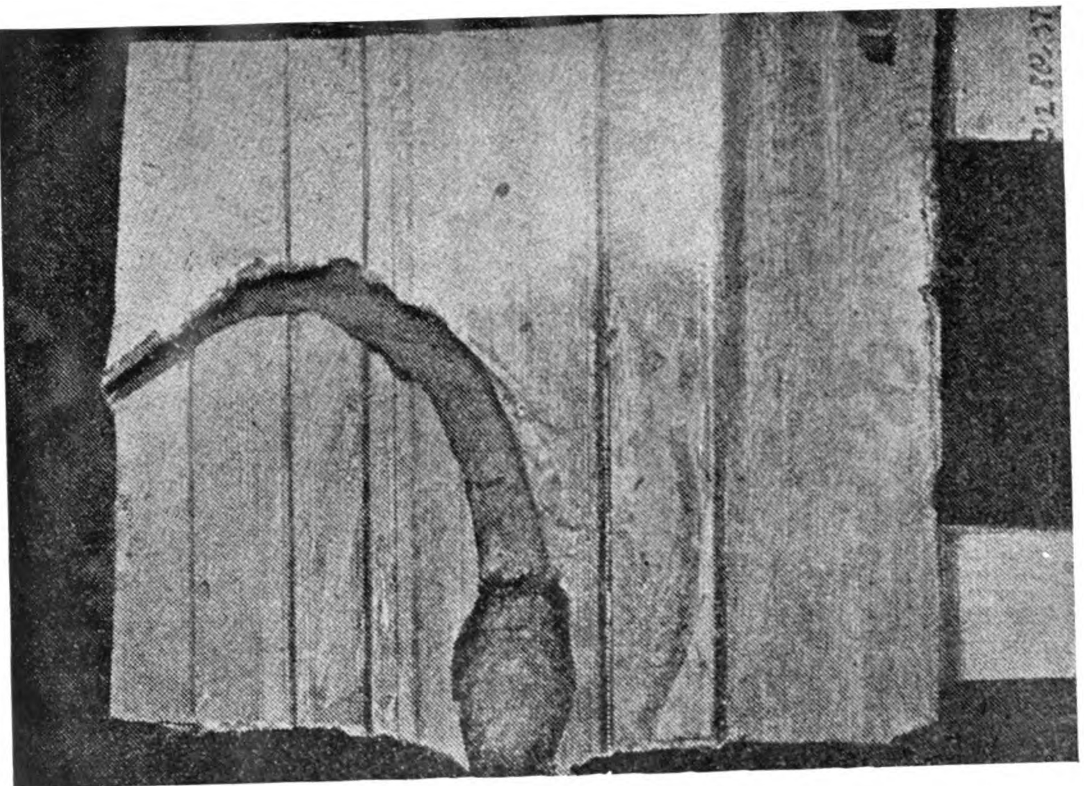


Fig. G — Traiettoria di una pallottola di mitragliatrice in un blocco di piombo.

Digitized by Google

Digitized by Google

Uno scienziato di altri tempi avrebbe potuto dire « datemi un punto e vi solleverò il mondo ».

Io riassumo dicendo che si tratta semplicemente di sollevare qualche quintale per qualche minuto utilizzando un fenomeno i cui effetti si sono già nettamente riscontrati nella balistica. Ritengo che sarebbe una manifestazione di deficienza il non volerli studiare ed utilizzare.

Naturalmente questa applicazione del punto critico porta una rilevante economia nel consumo dei gas che si devono emettere per ottenere la reazione e rende possibile un rendimento utilizzabile dal propulsore anche per la partenza da fermo e per velocità non troppo elevate. Queste possibilità sono escluse per i razzi normali.

Digitized by Google

Digitized by Google

## PARTE SECONDA

# Veicolo per l'Astronautica
# " Gussalli - Mod. 1939 "

---

Cap. 1 - VANTAGGI DEL PROPULSORE « GUSSALLI - MOD. 1939 - P. D. R. E. ». — Questo studio riguarda i veicoli atti a percorrere gli spazi intersiderali. I sistemi a reazione studiati attualmente dall'Astronautica, partono dal preconcetto che il veicolo debba partire dalla Terra con una data riserva di combustibile, senza possibilità di alcun rifornimento nello spazio. Questa riserva di combustibile dovrebbe essere enorme, secondo l'attuale teoria dei rapporti di massa e cioè della massa iniziale che bisogna impiegare per ottenere l'espulsione di una massa finale eguale all'unità fuori del campo terrestre (fatta astrazione della resistenza dell'aria).

Per questa teoria il peso del veicolo in partenza dovrebbe ascendere a cifre superiori alle possibilità tecniche attuali. Questa difficoltà è così grave da costiture per se sola l'apparente impossibilità di soluzione del problema Astronautico.

A differenza dei sistemi noti, ***il sistema che descriviamo evita questa difficoltà perchè si rifornisce di energia nello spazio, quindi evita la necessità di accumulare in partenza enormi pesi di combustibile e comburente nei serbatoi.***

Questo enorme vantaggio viene ottenuto con un metodo nuovo che rende *il veicolo adatto a raccogliere*

Digitized by Google

***l'energia solare ed a trasformarla in forza atta alla propulsione nello spazio.***

Cap. 2 - Definizioni. — Questo sistema va diviso in due parti distinte:

1° - Apparato a motore solare, e cioè adatto a captare le radiazioni solari e trasformarle in forza utilizzabile sull'albero motore.

2° - Apparato propulsore, e cioè adatto a trasformare la forza così raccolta sull'albero motore, in forza atta alla propulsione del veicolo nello spazio intersiderale.

La riunione di questi due cicli costituisce un ciclo assolutamente nuovo che è base di questo trovato (Brevetti 1939 N. 436.202 - Belgio - ecc.).

Diversi dati, che esponiamo in questa descrizione, sono dedotti da risultati ottenuti dalle nostre esperienze sui propulsori per l'Astronautica, esperienze che abbiamo iniziate nel 1909, con una evidente priorità in questa materia. (vedi Appendice).

Cap. 3 - Disegni. — I disegni annessi rappresentano un modo di esecuzione di un veicolo intersiderale di grandezza media.

Il veicolo si divide in due parti distinte: 1° la cabina; 2° il generatore coda.

1° - La cabina (fig. 3 - N°. 31) è di forma cilindro conica, e contiene l'apparecchio motore e l'apparecchio propulsore.

2° - Il generatore coda (fig. 3 - N°. 1-2-3-4-5-6-7) è un generatore di vapore, ed è applicato sotto la cabina, come un nastro semi-rigido e leggero lungo metri 130, perfettamente teso sotto di essa.

La coda ha una faccia perfettamente nera, che chiameremo anteriore perchè rivolta al sole, atta ad assorbire completamente le radiazioni solari, e l'altra faccia *atermana,* bianca o speculare, che chiameremo posteriore. Nella faccia nera sono incorporati i tubetti leggeri che ser-

Digitized by Google

vono da generatore di vapore e nella bianca i tubi per la condensazione del vapore. Il complesso corrisponde *ad un generatore di un motore solare* con mq. 1560 di superficie.

Si suppone noto il funzionamento dei motori solari: in essi le radiazioni solari sono raccolte su una vasta superficie nera od a specchi. Se la superficie è nera, è chiusa superiormente da vetri, ed in questi tipi di casse chiuse ed isolate passano i tubi bollitori. Se invece la superficie è a specchi cilindrici, i tubi bollitori passano lungo l'asse focale degli specchi. Il vapore così generato è usato per azionare un motore.

Per esigenze speciali nel generatore coda che ora descriviamo, si sono dovuti sviluppare entrambi questi sistemi, con importanti innovazioni e modifiche, per renderli atti a funzionare nello spazio intersiderale, che è un ambiente eccezionalmente favorevole a questi generatori per condizioni speciali di vuoto e di temperatura.

Cap. 4 - GENERATORE-CODA A RADIAZIONI SOLARI. — La fig. 5 indica schematicamente la sezione trasversale secondo la punteggiata che corre fra A e B della fig. 2 o posizioni analoghe. La coda è composta di due placche sottili, formanti due piani vicini e paralleli ed è larga metri 12 e lunga metri 130. E' un generatore di vapore riscaldato dalle radiazioni solari e funziona quando queste radiazioni investono normalmente la superficie nera della coda.

Nella fig. 5 le freccie N. 6 indicano la direzione delle radiazioni solari, il N. 3 la prima placca costituita da una lamiera sottile di lega metallica leggera con superficie anteriore nera assoluta, il N. 5 la seconda placca costituita da uno schermo di materiale o tessuto atermano, quale il vetro filato, l'amiato o simili, sottilissima e di peso minimo.

La superficie esposta al sole, o superficie anteriore della placca metallica è completamente nera, in modo da assorbire con la percentuale massima le radiazioni solari

Digitized by Google

che riceve, e porta saldati od incorporati, i numerosi leggerissimi tubetti metallici N. 4 del generatore di vapore, aventi un diametro interno di mm. 6,7 collegati da un capo alla condotta di alimentazione dei motori e dall'altro alla condotta proveniente dal condensatore nel quale si scarica il fluido utilizzato nei motori.

La superficie posteriore di questa placca metallica è ricoperta da uno strato leggero di una materia atermana.

Dietro a questa placca, riguardo alla direzione dei raggi solari, è disposta vicina e parallela la placca N. 5 completamente in tessuto atermano di minimo peso e reso bianco lucido a specchio o argentato riflettente sulle due superfici. Questa placca viene disposta leggermente staccata dalla placca metallica, perchè lo spazio fra le due piastre contribuisce ad impedire il raffreddamento della placca metallica esposta al sole, secondo regole e misure note.

Con richiamo a quanto è noto per la teoria e pratica dei serbatoi frigoriferi o meglio delle bottiglie thermos, nelle quali si combinano due provvedimenti: superfici speculari interne della bottiglia che non trasmettono calore ed intercarpedine vuota, si spiega l'effetto della lastra speculare N. 5 che impedisce il raffreddamento della lastra metallica ad alta temperatura N. 3.

Dato che il veicolo si muove nello spazio vuoto, che vedermo eccezionalmente favorevole ai generatori solari, (Cap. 12), questa lastra metallica si trova nelle condizioni di un liquido caldo in un thermos e cioè: spazio vuoto tra la lastra 3 e la lastra 5 e poi la superficie speculare della lastra 5.

Questo sistema di costruzione di un generatore solare che ho espressamente ideato per l'Astronautica, presenta, quando il veicolo si muove nella stratosfera (casi speciali descritti in seguito) un rendimento leggermente inferiore a quello di un generatore che avesse la placca metallica protetta contro l'azione della ventilazione anche dalla parte della superficie anteriore, da placche di vetro o pellicole di materiali atti ad essere attraversati dalle radiazioni solari.

Digitized by Google

Questo inconveniente, non ha sensibile importanza perchè il veicolo è praticamente destinato a funzionare nel vuoto intersiderale, dove l'effetto della ventilazione non esiste, e l'inconveniente è largamente compensato dalla forte riduzione di peso che si ottiene con questa costruzione, ***riduzione che permette di ottenere i favorevoli risultati in peso finale che si espongono in seguito.***

Questo generatore coda si presenta come un lungo nastro semi rigido e leggero applicato sotto la cabina, perfettamente teso nello spazio vuoto.

***Non deve sopportare alcun sforzo per la resistenza dell'aria,*** perchè si muove nello spazio vuoto e deve quindi resistere solo a normali variazioni di velocità.

***Tale favorevole situazione permette questo sistema di costruzione extra leggero*** che si stacca nettamente dai concetti oggi usati per le costruzioni aereonautiche.

Inoltre gli ultimi studi sulla penetrazione dei corpi nell'aria rarefatta denunciano la superiorità delle forme a lama od a nastro sulle forme a profilo d'ala d'areoplano.

Cap. 5 - DESCRIZIONE DELLA FIG. 3. — La fig. 3 rappresenta il veicolo completo. Questa figura segna la divisione della coda in sette settori. Ogni settore rappresenta un generatore di vapore riscaldato dalle radiazioni solari. Questi sette generatori sono indipendenti l'uno dall'altro. Il generatore segnato N. 1 è diverso dagli altri ed ha funzioni completamente diverse. Gli altri sei generatori segnati coi N. 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 sono eguali uno all'altro, ma completamente indipendenti fra loro e ciascuno di essi alimenta uno dei sei turbopropulsori di cui è provvisto l'apparecchio. Come si vedrà in seguito, tutti i circuiti ed apparati sono regolati in modo da ottenere sei impianti motori completamente indipendenti, in modo che un guasto in un impianto non diminuisca l'efficenza degli altri

Digitized by Google

cinque turbo-propulsori e ne risulti un sistema di sicurezza in caso di incidenti.

Il generatore-coda completo è largo m. 12, lungo m. 130, e presenta al sole una superficie di mq. 1560.

Il settore N. 1 misura m. 12 per m. 19,5 e presenta al sole una superficie di mq. 234 e ciascuno dei sei settori N. 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 m. 12 per m. 18,41 e tutti e sei riuniti presentano una superficie di mq. 1326.

Cap. 6 - SETTORE A SPECCHI. — Al Cap. 4 si è data la descrizione della coda secondo la sezione trasversale A-B, sezione che si mantiene immutata per tutta la lunghezza della coda, esclusa la parte superiore del settore 1, che indichiamo col N. 10 fig. 1 e fig. 2.

Questa parte per esigenze di surriscaldamento di speciali tubi del generatore è provvista di specchi cilindro-parabolici, lungo l'asse focale dei quali passano i tubi del generatore. Come è noto, esistono impianti solari che ricevono le radiazioni solari a mezzo di superfici nere, e impianti solari che le ricevono a mezzo di specchi. Nel generatore che qui descriviamo si sono modificati e sviluppati entrambi i sistemi, a norma delle esigenze speciali di due distinti circuiti di vapore.

Questa parte N. 10 del settore N. 1 fig. 2 è coperta da 18 specchi cilindro parabolici in lastra sottolissima di alluminio extra-lucido o di altra materia adatta. Come si vede dalla fig. 2 ognuno di questi specchi misura m. 8 di lunghezza nel senso dell'asse focale e cm. 66,6 di apertura. Ogni specchio nel senso dell'asse può essere diviso in diverse sezioni, come al N. 11.

I tubi generatori di vapore, di colore nero assoluto, che passano lungo l'asse focale di questi specchi, sono contenuti in due guaine o tubi di vetro sottilissimo, non infrangibile, formanti due piccole camere concentriche attorno al tubo di vapore.

In queste camere può essere conveniente immettere

Digitized by Google

per il rendimento: nell'esterna dei gas molto rarefatti che impediscano la dispersione del calore oscuro, quali l'argon, il cripton, ecc. ed invece nell'interna dei gas molto rarefatti che servano all'accumulazione del calore, quali l'aria, ecc.

Questa importante innovazione per eliminare il raffreddamento dei tubi del generatore per ventilazione, indispensabile se il veicolo si muove nell'aria, fa parte delle caratteristiche rivendicazioni del sistema.

Cap. 7 - Numerazione. — La fig. 1 rappresenta schematicamente la circolazione del vapore nei due circuiti accennati. In questa figura i numeri rappresentano:

N. 1, il settore a specchi 1; N. 2, settore 2; N. 12, turbo motore; N. 13, condensatore; N. 14, serbatoio; N. 15, turbo propulsore; N. 16, gruppo ugelli del turbo propulsore; N. 17, albero motore; N. 18, linea punteggiata (a grossi punti) circuito 1° del turbo motore; N. 19 linea tratteggiata (punto e linea) circuito 2° del turbo propulsore; N. 20, pompa alimentazione del primo circuito; N. 21, pompa d'alimentazione del secondo circuito.

Cap. 8 - Circuito 18. — In questa figura 1 seguiamo ora il primo circuito N. 18 cioè quello del turbo motore. Questo ciclo è completamente chiuso, e non si deve verificare alcuna perdita di liquido agente.

Supponiamo che come liquido agente sia usato l'etere. Partiamo dal condensatore N. 13 che serve anche da unico piccolo serbatoio di riserva. Da esso il liquido è aspirato dalla pompa d'alimentazione 20 e viene respinto, previo passaggio in un distributore (fig. 24) nei sessanta tubetti verticali di diametro interno mm 6,7 (N. 22 fig. 1 e fig. 2) che coprono la superficie del settore 2 e che si riuniscono nel tubo collettore trasversale di maggior diametro N. 23. Nei tubetti - 22 - l'etere si evapora e surriscalda come nei

Digitized by Google

generatori di vapori a serpentino per automobile, ed a mezzo del collettore e del tubo di condotta - 18 - arriva agli ugelli del turbo motore - 12 - e dopo aver agito sulla ruota a palette si scarica e si condensa nel condensatore - 13 -. Il tubo di condotta del vapore - 18 - che dal generatore conduce agli ugelli, sebbene lungo, non dà luogo a condensazioni, anzi si surriscalda perchè passa prima sulla superficie nera riscaldata ed infine lungo l'asse focale di uno specchio parabolico del settore - 10 -. Questo tubo è però spostato dietro l'asse focale e cioè dietro i tubetti del circuito - 19 -.

Questo ciclo chiuso avviene senza alcuna perdita d'etere, per la perfetta costruzione ed accorgimenti usati. Ad esempio l'unico premistoppa N. 25, deve essere a pressione di glicerina o sistema equivalente. Questo circuito disegnato col N. 18, rappresenta un solo settore (N. 2) della coda ed un solo turbo motore (N. 2') della cabina. Eguale circuito si compie per gli altri cinque settori e cinque turbo motori segnati coi numeri 3 - 4 - 5 - 6 - 7 fig. 3 e 3' - 4' - 5' - 6' - 7' fig. 7. Questi sei circuiti sono assolutamente indipendenti l'uno dall'altro.

Cap. 9 - Circuito 19. — Seguiamo ora il secondo circuito N. 19 e cioè quello del turbo-propulsore. In questo circuito il liquido agente, che supponiamo sia etere, è aspirato dal serbatoio N. 14 dalla pompa d'alimentazione N. 21 che a mezzo di un distributore lo inietta in un gruppo di tubetti (26).

Come è rappresentato dalle figure 1 e 2, un gruppo di tubetti - 26 - è composto di nove tubetti che partono dal distributore nel lato basso del settore, e salgono paralleli sulla superficie nera del settore sino alla parte 10 ricoperta di specchi. In questo punto i nove tubetti si riuniscono tre a tre (fig. 2) formando tre gruppi che passano lungo l'asse focale di tre specchi cilindro-parabolici. All'uscita degli specchi i nove tubetti si riuniscono in uno solo e cioè nel tubo di condotta del vapore N. 19 al gruppo di ugelli N. 16

Digitized by Google

del turbo-propulsore N. 15. La fig. 2 rappresenta dettagliatamente il dispositivo di un gruppo di nove tubetti - 26 - e tre specchi, che in funzione di generatore di vapore alimenta il solo turbo-propulsore - 5 -. In questo stesso settore - 1 - vi sono altri cinque gruppi eguali a questo, ciascuno dei quali alimenta a sua volta uno dei rimanenti cinque turbo-propulsori. Abbiamo quindi in questo settore - 1 - della coda (che come abbiamo già detto, è unico e diverso dagli altri sei) sei gruppi di generatori a vapore, ad alta temperatura e pressione, ciascuno dei quali alimenta un turbo-propulsore.

Questi sei sircuiti - 19 - sono completamente indipendenti l'uno dall'altro, come lo sono i sei circuiti - 18 -.

Si è quindi visto che ad un gruppo motore fig. 1 (composto di un turbo motore - 12 - e di un turbo-propulsore - 15 -) fa capo un circuito - 18 - a bassa pressione ed un circuito - 19 - ad alta pressione, e chiameremo questo complesso: un gruppo moto-propulsore.

Il veicolo che descriviamo è provvisto di sei di questi gruppi moto-propulsori completi (fig. 2 e 3) e ciascuno di essi è assolutamente indipendente dagli altri.

Cap. 10 - Consumo del circuito 18. — Vediamo quale consumo in peso di materiale ha un gruppo moto-propulsore. Il riscaldamento dell'etere che circola nel circuito - 18 fig. 1 - è fornito dalle radiazioni solari che riscaldano tutta la superficie nera del settore metallico 2 nella quale sono incorporati i sessanta tubetti di diam. m/m 6,7 nei quali passa l'etere per ottenere vapore d'etere surriscaldato alla temperatura di circa gradi centigradi 100 - 120 e pressione di atm. 5-6. Il riscaldamento dell'etere che circola nel circuito - 19 - è fornito dalle radiazioni solari, che riscaldano la parte inferiore del settore metallico - 1 - a superficie nera, e la parte superiore - 10 - a specchi. Quindi si riscalda il gruppo - 26 - di nove tubetti nei quali passa l'etere per ottenere vapore d'etere alla temperatura

Digitized by Google

di circa gradi centigradi 430 ed alla pressione di atmosfere 42 con un elevato grado di surriscaldamento, corrispondente a quello citato al cap. 16 per i generatori delle automobili a vapore.

Dato che, come si è visto, il riscaldamento di tutti i circuiti generatori di vapore è ottenuto a mezzo delle radiazioni solari, ***è evidente che non occorre per il riscaldamento alcun consumo di combustibile o comburente immagazzinato*** (siccome il funzionamento avviene fuori dell'atmosfera si dovrebbe portare un quantitativo di ossigeno almeno sei volte superiore al peso del combustibile).

Inoltre il circuito 18 del turbo motore, come si è detto è a ciclo chiuso con condensatore, e non presenta alcuna perdita o consumo del liquido intermediario etere.

Cap. 11 - CONSUMO DEL CIRCUITO 19. — Il circuito - 19 - che parte dal serbatoio - 14 - ed arriva al gruppo di ugelli - 16 - del turbo propulsore, scarica il vapor d'etere sulle palette della ruota - 28 -, ma questa invece di ricevere dell'energia dal vapore ed abbandonarlo a velocità ridotta come avviene nelle turbine, è fatta girare dal turbo-motore - 12 - nel senso della freccia di rotazione - 29 -, e cioè in senso contrario alla direzione del getto di vapore, per ottenere secondo i modelli una forte contropressione sull'interno delle palette, oppure un aumento di velocità nel getto d'eiezione finale del vapore - 27 -. Questo sistema comunica al getto di vapore un supplemento d'energia e genera una potente reazione sulla ruota a palette, reazione che si traduce in forza di propulsione del veicolo (vedi cap. 19). Un turbo propulsore può essere costruito per ottenere il primo od il secondo o misti gli effetti citati così come le turbine si distinguono in turbine ad azione, e turbine a reazione e miste. In questa descrizione noi trattiamo esclusivamente il tipo di propulsore che utilizza il primo effetto, e cioè una forte contropressione sull'in-

Digitized by Google

terno delle palette. Notiamo bene che quest'ultimo circuito - 19 - ora descritto a differenza del circuito chiuso - 18 -, non ha condensatore e scarica nello spazio, ad alta velocità, il vapor d'etere per ottenere la propulsione. Da questo consegue un necessario consumo in peso del liquido agente etere che va perduto.

Il presente trovato distribuisce le superfici riscaldate, i circuiti e gli apparati moto propulsori in modo da usare nei limiti massimi l'energia solare che non consuma alcun peso di combustibile nè richiede serbatoi di riserva, ed invece da ***economizzare al massimo grado l'etere che circola nel suddetto circuito - 19 - e che viene eietto dal gruppo di ugelli - 16 -, che rappresenta l'unico consumo di materiale in peso, necessario per la propulsione di questo veicolo nello spazio intersiderale*** (vedi Cap. 36).

Cap. 12 - TEMPERATURE DEI CORPI NEL VUOTO INTERSIDERALE. — Premessa questa descrizione generale del generatore-coda e degli elementi propulsori, passiamo al funzionamento nelle condizioni speciali dell'ambiente nel quale il veicolo deve funzionare regolarmente, e cioè nello spazio intersiderale ed occasionalmente a quota superiore ai metri 16000 e quindi a pressione atmosferica inferiore ad 1/10 della normale.

Il calcolo della temperatura che deve assumere una lastra od una sfera vuota esposta al sole nello spazio, era fino a pochi anni fa teoricamente possibile, ***ma non era suffragato dall'esperienza*** e quindi lasciava adito ad incertezze. ***Attualmente dopo le ascensioni stratosferiche del Piccard*** e di altri, molti dati si sono avuti che servono di controllo alle previsioni e facilitano il calcolo delle temperature per altezze superiori. R. Esnault Pelterie (Astronautique: Complement - 1935 pag. 86) per lo studio di una

Digitized by Google

cabina stratosferica calcola che si possano raggiungere queste temperature nel vuoto intersiderale:

1° - temperatura massima che può raggiungere una porzione piana normalmente esposta al sole: gradi (centigradi) + 115.

2° - temperatura massima che prende una sfera perfettamente conduttrice quando la sua metà nera è rivolta al sole: gradi + 42.

3° - temperatura di una sfera perfettamente conduttrice (la cui superficie possieda un potere emissivo uniforme) che presenti egualmente le sue metà nera e metà lucida alle radiazioni: gradi + 2.

4° - tempratura minima che prende una sfera perfettamente conduttrice quando la sua metà lucida è rivolta al sole: gradi — 76.

A conferma di questi dati notiamo che ***nella prima ascensione di Piccard la temperatura nell'interno della cabina raggiunse i + 41 gradi essendo esposta al sole la metà nera della cabina.*** Nella seconda ascensione essendo la cabina verniciata di una tinta bianca lucente, ***il freddo fu intenso e raggiunse i — 10 gradi.*** Altri studiosi prevedono temperature superiori. Noi riteniamo che una porzione piana esposta al sole possa raggiungere una temperatura da + 110 a + 150 gradi centigradi.

Cap. 13 - Motori solari. — Esaminati vari motori solari per impianti agricoli, con redimenti molto bassi, dato l'uso economico (richiedono più di mq. 10 per Hp. 1) ci risulta che i migliori rendimenti si sono ottenuti in due impianti in Pensilvania, come riporta Jacques Brioude, a cassa piatta, isolata, ricoperta di vetri, con serpentini neri e condensatore. Con mq. 100 di superficie esposta al sole un impianto ha reso la forza di Hp. 25 e l'altro di Hp. 35. Impiegando l'acqua come liquido agente hanno raggiunto

Digitized by Google

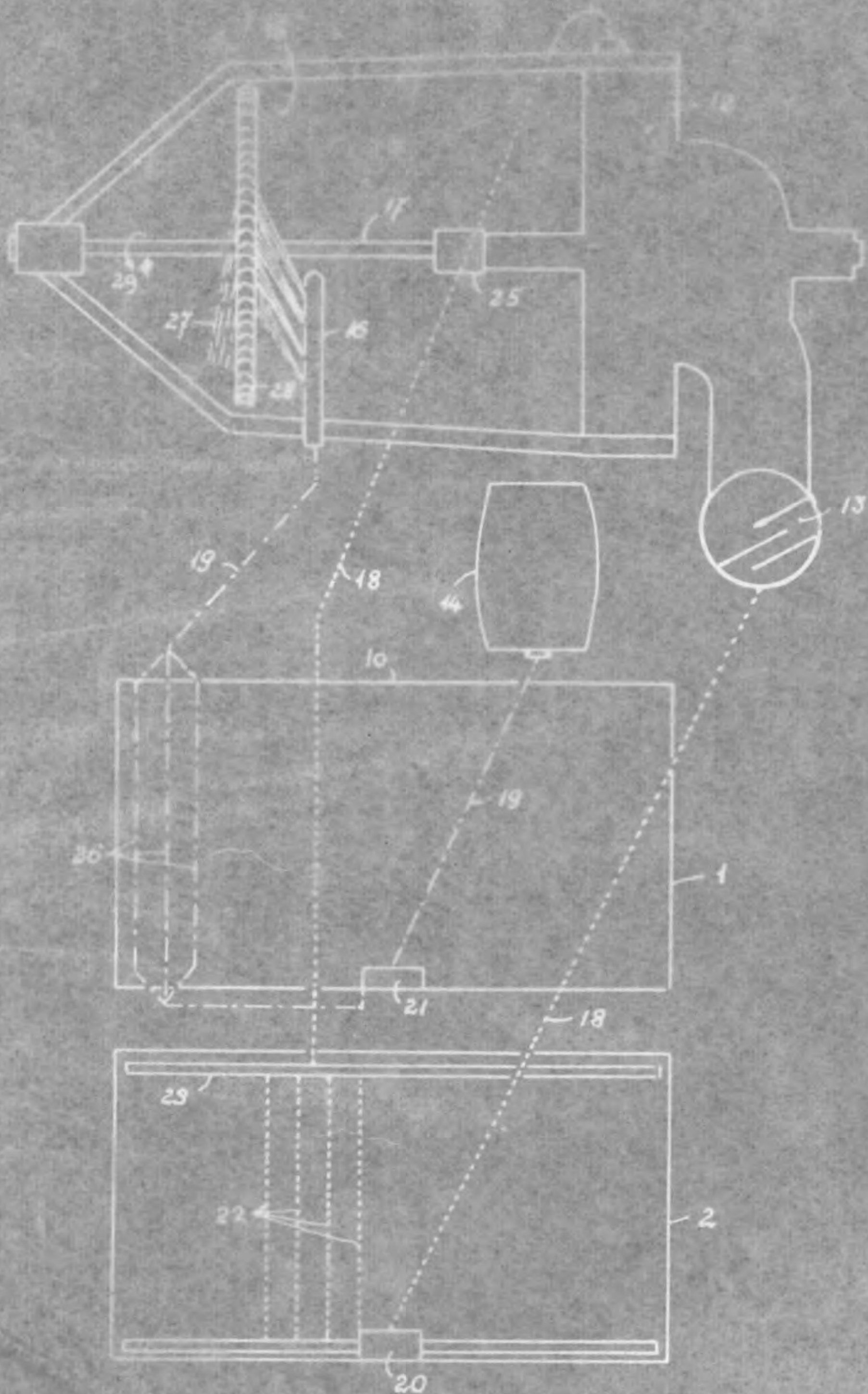



Fig. 1

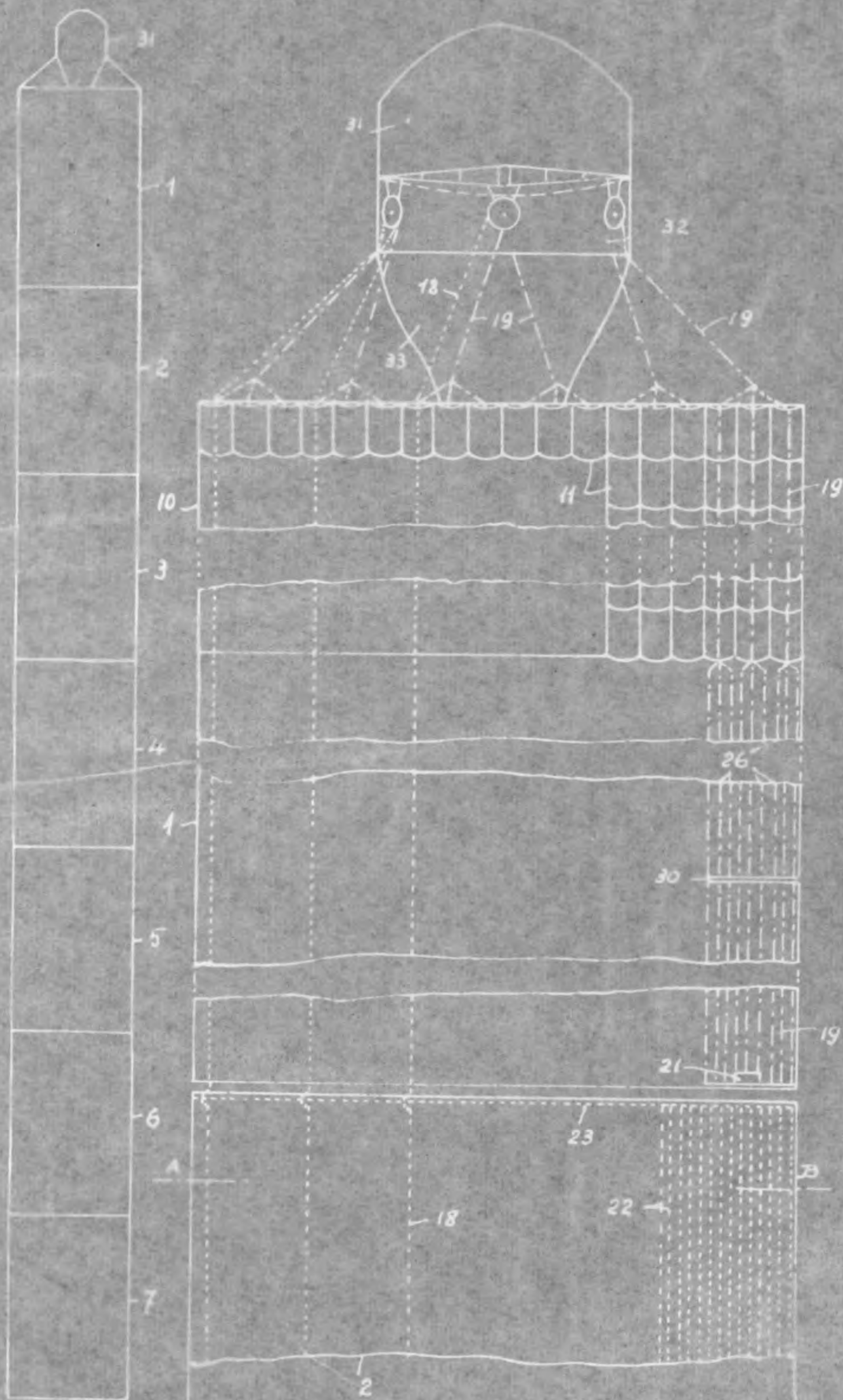
Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 1

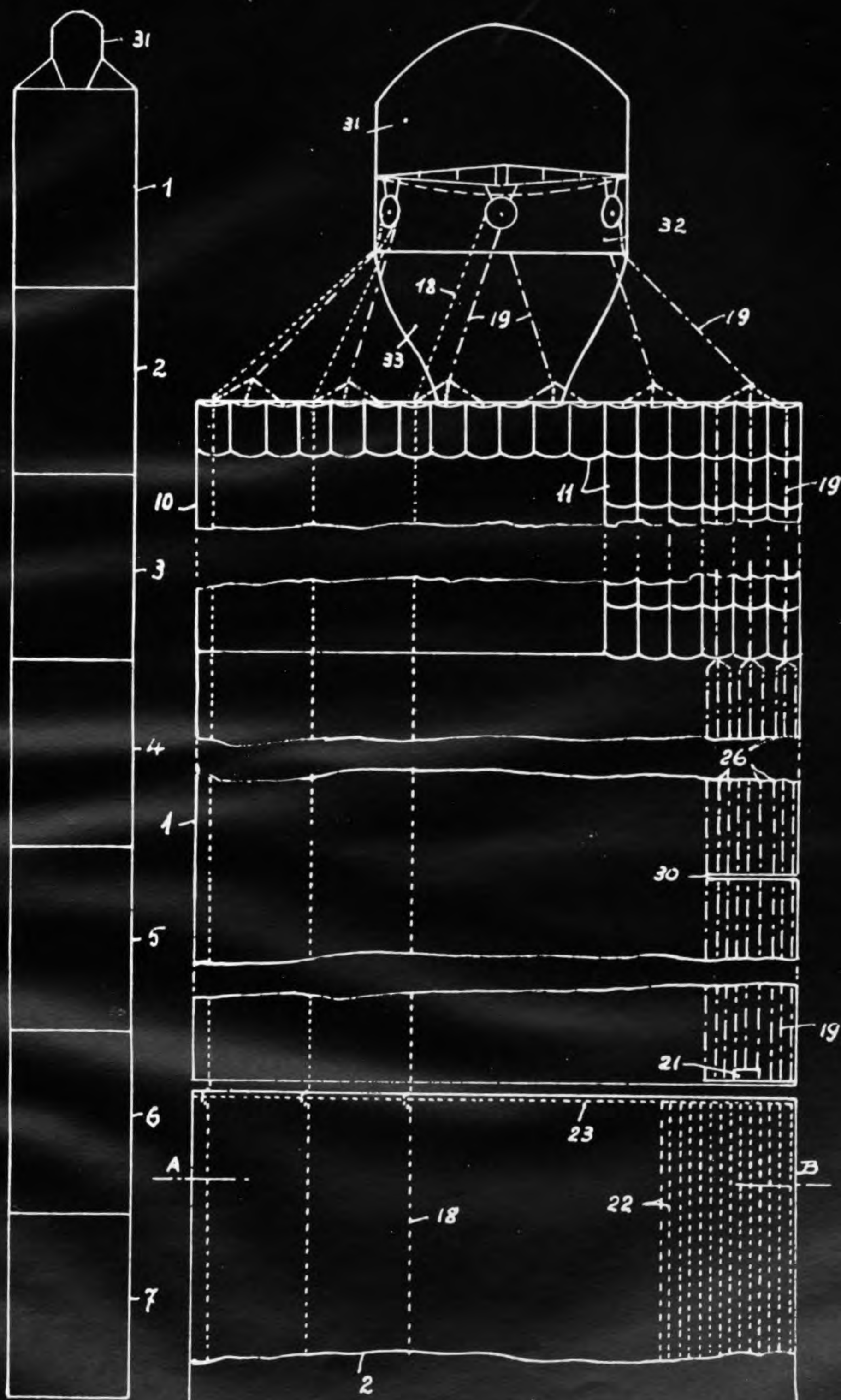
Digitized by Google

Digitized by Google




Digitized by Google

Digitized by Google




Digitized by Google

Digitized by Google

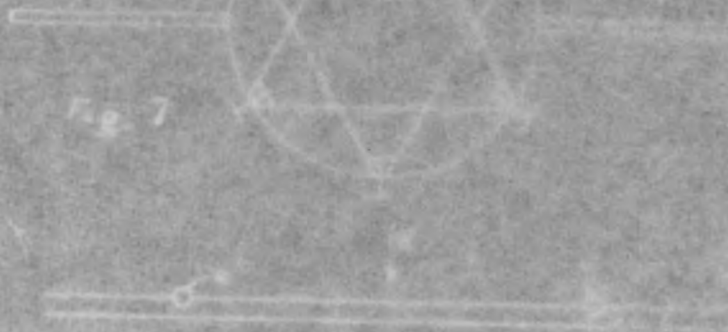

Fig. 7


Fig. 5

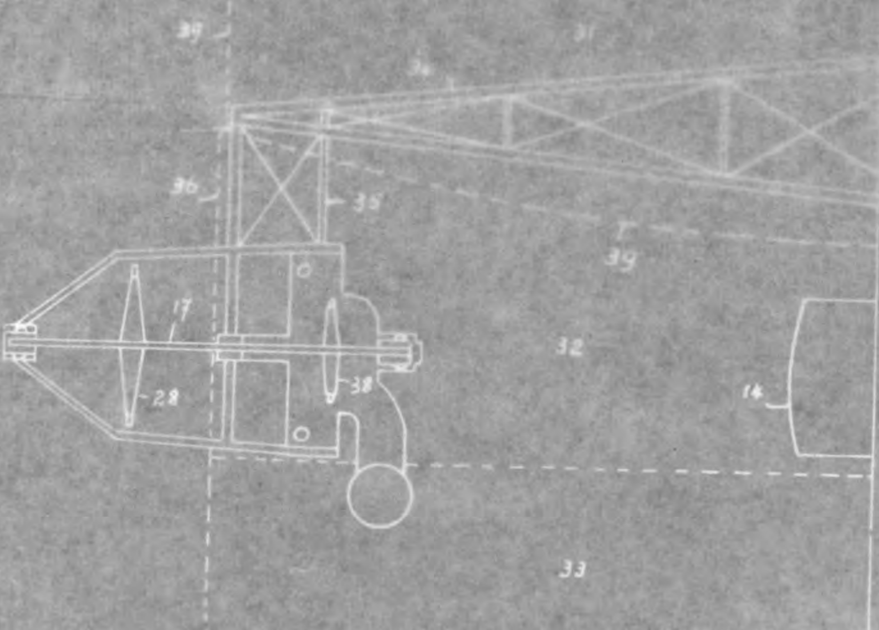


Fig. 6

Digitized by Google

Digitized by Google



Fig. 7

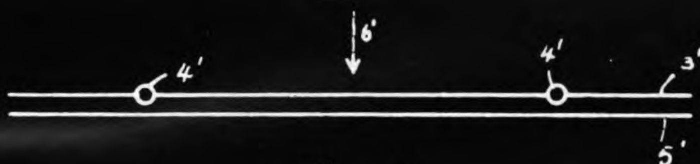



Fig. 5

39
31
34
36
35
39
17
32
28
38
14
33

Fig. 6

Digitized by Google

Digitized by Google

una pressione di Kg. 1,2, e sostituendo l'acqua con l'etere hanno raggiunta la pressione di Kg. 6,5. Questo rendimento è molto elevato per un motore solare agricolo, e solo possibile per speciali condizioni di clima e condensatore. Se è difficile ottenere questo rendimento come media di un periodo, è invece facile ottenerlo e superarlo in date condizioni di massima intensità solare, secondo la latitudine, la stagione, l'ora, le condizioni meteorologiche ecc. ***ed è solo il rendimento di poche ore di punta che interessa questo lavoro, come si vedrà in seguito.*** Questi due impianti che nell'atmosfera normale hanno un rendimento di Hp. 0,25 - 0,35 per mq. di superficie, fuori dell'atmosfera terrestre, dove l'energia solare aumenta da 1/3 a 1/2, avrebbero il rendimento di circa Hp. 0,50 per mq. in confronto agli Hp. 2,1 per mq. irradiati dal sole secondo gli studi dell'Abbot e di altri. Si è data la descrizione di questo eliomotore normale per facilitare la chiara comprensione del generatore che descriviamo, che è analogo in linea generale, per sistema, rendimenti, liquido volatile usato, ma è completamente modificato per essere reso adatto a funzionare nello spazio intersiderale, che è un ambiene eccezionalmente favorevole.

Cap. 14 - Rendimento. — Per quanto detto nel circuito - 18 - a bassa pressione del generatore che descriviamo il vapore d'etere surriscaldato funzionerà alla temperatura di circa gradi centigradi 100-120 e la sua pressione sarà di Atm. 5-6. Il vapore d'etere prodotto da questo generatore agisce sulla girante della turbina - 12 - fig. 1 che è una turbina ad azione tipo Laval ad una ruota, od altra turbina simile, e si scarica nel condensatore - 13 - che dato l'ambiente intersiderale, è in condizioni eccezionalmente favorevoli di vuoto e temperatura. Senza bisogno di pompa aspirante basterà al momento opportuno, aprire la valvola di scarico di questo condensatore perchè la pressione

Digitized by Google

interna del condensatore si eguagli alla stratosferica esterna, od al vuoto quasi assoluto.

Per quanto abbiamo visto (Cap. 12) la sua temperatura si equilibrerà approssimativamente su gradi centigradi - 80°. In queste eccezionali condizioni ed in poche ore di punta, che potremo scegliere, potremo ottenere Hp. 0,52 per mq. di generatore coda, sull'albero motore della turbina, e cioè un ottimo rendimento del 24% simile o superiore al riscontrato nell'impianto solare descritto al Cap. 13.

Cap. 15 - Etere - Giranti. — Abbiamo scelto l'etere come liquido agente in questa caldaia perchè, oltre essere già stato usato con favorevole risultato negli impianti accennati al cap. 16, resiste alle temperature più basse senza congelarsi, ed è adatto alle temperature eccezionali di questo impianto termico.

Infatti bolle a gradi + 35 ed a gradi + 100 dà la pressione di Kg. 6,5, che è una pressione conveniente al tipo di generatore a tubi sottili ed alle turbine ad azione tipo Laval. Per quanto riguarda il condensatore, l'etere a - 20 gradi dà una pressione di mm. 68 di mercurio, a — 40 gradi dà una pressione di mm. 5 di mercurio, se evaporato nel vuoto, ed a — 80 gradi, temperatura del nostro condensatore, arriva ad un grado di *vuoto che si può considerare quasi assoluto, irraggiungibile nei condensatori normali per i quali si considera ottimo un vuoto di mm. 25 di mercurio.*

Come si vede dalla figura 6 la girante della turbina motrice e la girante del turbo-propulsore sono sul medesimo asse - 17 -. La girante - 38 - della turbina motrice ha il diametro di cm. 30 e la velocità periferica di metri 305 al minuto secondo e la girante - 28 - del turbo propulsore ha il diametro di cm. 50 e la velocità periferica di metri 510 al minuto secondo.

Digitized by Google

Le due giranti hanno l'asse in comune e girano a 19500 giri al minuto primo. Abbiamo ritenuto opportuno attenerci a queste giranti di piccolo diametro, per il forte vantaggio che si ottiene nel peso della parte motrice. Di conseguenza sono soggette alla più elevata azione della forza centrifuga, ma in misura compatibile coi risultati delle recenti costruzioni del genere ed in ispecie coi turbo-compressori per i motori d'aviazione ed altre macchine veloci.

Evidentemente i diametri di queste giranti possono essere aumentati, secondo i criteri, per ottenere le stesse velocità periferica con minor sollecitazione dei materiali oppure un aumento delle velocità periferiche.

Cap. 16 - GENERATORI A VAPORIZZAZIONE ISTANTANEA - LIQUIDI VOLATILI. — Il generatore di vapore che forma la coda del veicolo è un generatore ad evaporazione istantanea e per il minimo consumo di vapore si sfruttano in esso le note regole sui vantaggi dati dal forte surriscaldamento e dal vuoto quasi assoluto nel condensatore. E' noto che in queste caldaie a serpentino il surriscaldamento del vapore è spinto al massimo grado. Infatti ad esempio nelle automobili a vapore Serpollet, White, ecc. il generatore di vapore non è una caldaia, ma è formato da una serie di spirali di tubo d'acciaio trafilato, di diametro minimo, e contiene pochissima acqua. In certi momenti funziona anche senza riserva di acqua.

Questi generatori sono ad evaporazione istantanea, con vapore surriscaldato, e presentano caratteristiche speciali perchè possono presentare grandi variazioni di pressioni e temperature e variazioni nei livelli di ebollizione nei tubi sottili, variazioni che impediscono qualunque otturazione. Sono classificati inesplodibili. In questo trovato *si sono usati i tubi bollitori di piccolo diametro anche perchè eliminano il dannoso fenomeno della cale-*

Digitized by Google

***fazione (e bollicine aderenti alle pareti)*** molto accentuato quando si evaporano i liquidi volatili (alcool, etere, anidride solforosa, ecc.).

Questi generatori per automobili, che citiamo per spiegare il funzionamento del nostro generatore che è analogo, danno un buon rendimento, col minimo consumo di vapor d'acqua, ad esempio con una temperatura del vapore al generatore di circa gradi 410 e con circa 200 gradi di surriscaldamento, temperatura che è simile a quella da noi usata per circuito N. 19 (Cap. 10).

***Ci siamo attenuti a delle temperature medie*** come indicazione delle possibili temperature di funzionamento del generatore che descriviamo, beninteso che ***queste temperature possono essere aumentate*** secondo le note norme della termodinamica.

E così per la sostituzione dell'acqua nel generatore con liquidi volatili valgono le norme già note in materia (vedi G. Belluzzo: Turbine a vapore ed a gas; L. Ventou: Turbines a gas; G. Claude: Air liquide; C. Fontana ecc.).

Abbiamo scelto ed indicato l'etere come liquido agente, perchè adatto al generatore che descriviamo (Cap. 15) per temperature, pressioni, calore specifico, calore latente e perchè anche già usato lungamente su piroscafi ma non escludiamo che si possano usare altri liquidi di uso più difficile, ma superiore rendimento, quale l'anidride solforosa ed altri.

L'uso dei liquidi volatili o gas facilmente liquefacibili non ha ancora norme ben stabilite sebbene siano state fatte molte esperienze con risultati vantaggiosi, o con risultati negativi, secondo il punto di vista. Nel nostro caso eliminiamo quasi tutte le cause dei risultati negativi e cioè: la difficoltà di avere un condensatore a vuoto spinto e temperatura bassisima, indispensabile per condensare i vapori dei liquidi volatili; il pericolo di esplosione, facile in motrici per l'industria che devono sopperire ad un lavoro

Digitized by Google

lungo continuato e sicuro nelle mani di persone non troppo competenti; le emanazioni di gaz tossici ed il prezzo dei liquidi. ***Tutte queste difficoltà pel nostro caso non esistono, e quindi approffittiamo solo dei grandi vantaggi che offrono detti liquidi nell'ambito dei cicli classicì Carnot ed altri.***

Cap. 17 - Effetti delle velocita' superiori. — Per quanto abbiamo detto abbiamo quindi un getto di gas che esce dagli ugelli n. - 16 - fig. 1 alla velocità di circa 1500 metri al minuto secondo, che viene investito, compresso e respinto dalle palette della ruota - 28 - che ha la velocità periferica di m/s 510. Queste velocità sono date a titolo di esempio, ma devono essere le massime che si possono raggiungere secondo i diversi sistemi.

Gli effetti di trazione di questo propulsore sono molto difficili da calcolare coi metodi usati pei turbo compressori o per i propulsori d'aviazione, o per la balistica, perchè essendo la velocità assoluta d'incontro tra le palette ed il gas nell'ordine di m/s 1500 + m/s 510 = m/s 2010 e possibilmente superiore (m/s 4500 se usiamo il sistema ad idrogeno ed ossigeno pel circuito 19), usciamo anche dalle velocità limiti della balistica attuale, per la resistenza che incontra un proiettile nell'aria.

Per queste velocità gli scrittori tecnici dichiarano che per ora non si hanno dati positivi, ma solo approssimati, perciò facciamo precedere alle conclusioni alle quali si è giunti con questo trovato, (vedi Cap. VIII) dei dati di altri tecnici che possono servire di confronto a questo calcolo. ***Riportiamo dei dati*** del Chaville, del Bouasse, del Generale Crocco e di altri:

* * H. Bouasse (Gyroscopes et Projectiles): riporta una tabella del Piobert che dà la resistenza dell'aria sui proiettili a diverse velocità ed espone molti dati sul cuscino

Digitized by Google

d'aria che si forma davanti ai proiettili per l'accumulazione dell'aria dovuta alla grande velocità. Questo cuscino d'aria protegge il proiettile dalle deformazioni ed assume il ruolo di *chemise*, perchè si sa che l'aria violentemente compressa si comporta come un solido. Infatti dei proiettili animati dalla velocità di m/s 400, e che hanno attraversato degli ostacoli di ghisa, restano conici nella loro parte anteriore anche se sono di materiale dolce (bronzo, zinco, piombo ecc.). Su certi proiettili di bronzo si ritrovano ancora i segni delle sbavature della smerigliatrice. ***Conclude che a queste alte velocità l'aria si comprime in un modo anormale e assume delle proprietà speciali.*** Abbiamo riportato questi dati perchè ci servono per analogia e raffronto: e cioè come la velocità di un proiettile produce sull'aria delle pressioni altissime, anzi come conclude, anormali, così le palette del propulsore qui descritto, quattro volte più veloci dei proiettili, produrranno sul getto di gaz delle alte pressioni e dei cuscini di gaz compressi, allo scopo di ottenere un elevato sforzo di trazione nella direzione opposta.

* * Riporto un brano di un articolo « La lotta tra il cannone e la corazza » di Paul Chaville che presenta con la massima evidenza l'importanza dei fenomeni balistici ai quali ho accennato nel cap. VII per il punto critico nella reazione:

« *I limiti delle velocità* - Sebbene noi non abbiamo nascosto a più riprese che noi crediamo che nel tiro di demolizione la massa abbia maggior importanza della velocità, è probabile che non abbiamo convinto tutti i lettori e che certi fra loro pensino ancora che con una velocità sufcientemente elevata si arriverebbe a perforare o smantellare quasiasi spessore.

Nella realtà le esperienze attuali non giustificano un tale ottimismo. ***A partire da una data velocità un proiettile tirato contro un bersaglio liquido, può scoppiare.***

Digitized by Google

***Una palla di fucile tirata contro un blocco di legno con una velocità accresciuta, può penetrare meno avanti:*** per spiegare questo fenomeno, si invoca talvolta la crescente deformazione al momento dell'urto.

Noi crediamo sia neccessario considerare un'altra causa, forse più importante, causata dal fatto che una massa rigida non può in nessun caso, spostare una massa indefinita, anche se questa è molto facilmente deformabile.

Così dopo un dato percorso il proiettile si trova obbligato (se non è stato arrestato definitivamente) a ritornare indietro, al fine di « soddisfare » (si potrebbe dire) a quello che si chiama in Meccanica il teorema della quantità di movimento.

***Poco importa che si aumenti indefinitamente la velocità: se il proiettile continua a restare perfettamente rigido, ritornerà con maggior violenza indietro... e questo sarà tutto.***

Noi abbiamo potuto constatare questo movimento di ritorno, tirando ad 800 m/s delle palle di mm. 13,2 Hotchkiss contro la sabbia e contro massi di piombo (vedere la fig. G)».

E' evidente che in questi casi o fenomeni l'effetto della reazione e le velocità risultanti (analoghe all'emissione del propulsore) vanno trattate con criteri superiori alla semplici formule scolastiche sulle quali si basano oggi alcuni teorici.

* * * *Pressione intermedia di regime.* — La continuità dell'emissione può essere nociva al rendimento dei propulsori a reazione, perchè rende difficile il mantenere una forte pressione nell'interno della camera di combustione se il foro di scarico è grande e la pressione alta e ***perchè permette che si crei al collo dell'ugello una pressione intermedia di regime assai bassa e quindi di cattivo rendimento.***

Digitized by Google

L'Ing. Ventou-Duclaux dice che questa pressione intermedia potrebbe essere eliminata con una serie di rapidissime aperture e chiusure e colla riunione di molti propulsori alternati.

* * * *La rigidità dei fluidi e delle materie flessibili.* — Accenno brevemente a degli interessanti e strani effetti delle altissime velocità, perchè presentano dei caratteri che interessano questo studio sui propulsori, effetti riscontrati e studiati sperimentalmente e che la teoria non può ancora ben precisare.

Le materie flessibili, plastiche e fluide quando modifichiamo le condizioni di quiete nelle quali le usiamo comunemente, assumono una rigidità e durezza che si può paragonare a quella dei metalli più duri: queste sostanze molli non si lascieranno intaccare neppure dall'acciaio ma saranno esse che l'intaccheranno, perchè ***basta che un corpo sia animato da una altissima velocità perchè manifesti un'energia enorme.***

Hanno fatto ampi studi ed esperienze su questa questione dei fisici insigni quali M. Bernard Bruhnes, Lord Kelvin e si possono riferire interessanti esempi di questa rigidità.

Se si colloca un disco di carta fra due dischi di cartone più piccoli, in modo che il disco di carta sporga regolarmente dal cartone, e si monta tale apparato sull'asse di un ventilatore che supera i 2000 giri, otterremo una reale sega circolare senza denti. Si può con essa tagliare asticciole di legno e temperare matite: questo per l'azione della velocità sulla carta.

Un fatto simile si riscontra nelle officine deve spesso si usano dei dischi metallici, ma di metallo poco rigido e duro per segare dei grandi pezzi d'acciaio di grande durezza: certo avviene che il metallo si riscalda moltissimo e questo ne diminuisce la durezza, ma egualmente si riscontra l'altissimo effetto della velocità per la rigidità del disco.

Digitized by Google

Un'esperienza interessante sulla rigidità dei liquidi è stata eseguita in un'officina idroelettrica, su una tubazione d'acqua ad alta pressione. Con una derivazione apposita venne fatto sortire un getto d'acqua con la fortissima velocità di 100 metri al secondo. Un uomo forte non riuscì a tagliare questo getto d'acqua con un vigoroso colpo di spada.

E' interessante questa esperienza che mostra come la velocità apporti ad un liquido la resistenza di una materia solida.

* * Riportiamo un altro studio: Il Gen. Arturo Crocco in una comunicazione «Iperaviazione e superaviazione» presentata alla S. I. P. S. nel settembre 1931, studia le pressioni che assume l'aria captata in un tubo Lorin, a compressione automatica per la velocità del tubo. In un grafico espone i rapporti di tali pressioni rispetto alla pressione ambiente nei due casi di quota zero e di quote stratosferiche, per velocità sino ai m/s 1000. Per quanto ci interessa si può dedurre: Secondo la curva relativa a quota zero. l'aria captata da prese di forma adatta alle velocità iperacustiche, si comprime spontaneamente ad oltre tre atmosfere per una velocità di m/s 500; a oltre Atm. 13 per una velocità di m/s 800; a Atm. 33 per la velocità di m/s 1000. La curva relativa a quote stratosferiche (temperatura - 55°) indica per la velocità di m/s 1000 ad una quota che presenti 1/10 della pressione atmosferica, una pressione sul tubo Lorin di Atm. 6,4 e per una quota di 31000 m., e cioè alla pressione di circa 1/100 della pressione atmosferica, una pressione sul tubo Lorin di Atm. 1 per una velocità del tubo di m/s 1080.

Se ne trae la conclusione importante che: ***Un mobile lanciato ad alta velocità diviene di per sè stesso il più semplice dei compressori, e che questa considerazione vale anche e meglio, a quote stratosferiche e cioè anche se l'ambiente (aria o gaz) dove il mobile si muove, è fortemente rarefatto.***

Digitized by Google

Quest'ultima conclusione intercssa in modo speciale questo studio perchè ne deduciamo che, come il tubo Lorin per la sua velocità può ben comprimere l'aria rarefatta, così le palette della girante del propulsore, possono agire bene su un gaz anche se è fortemente rarefatto pel calore, per l'espansione nel vuoto, per densità specifica, situazione che si presenta nel propulsore che trattiamo.

Cap. 17 A - Forza di trazione. — Deducendo dalle curve di questo grafico, le pressioni che si possono ottenere sulle palette del propulsore che descriviamo, che incontrano il getto di gaz di eiezione colla velocità di m/s 2010 e cioè doppia della velocità massima indicata pel tubo Lorin, cresceranno con rapporti superiori, e quindi si possono prevedere dei rapporti di pressione enormi rispetto alla pressione ambiente.

Tenuto conto delle molte perdite che nella realtà si riscontrano, ***per le esperienze che abbiamo eseguite e per deduzioni***, ci risulta che si può ottenere sul propulsore una reazione di Kg. 8 per ogni centimetro quadrato di superficie attiva delle palette, sottoposta a questa pressione, dato che si accorda con le teorie sopra esposte, sebbene sia molto più prudenziale, come ci è stato imposto dalla pratica.

Cap. 18 - Temperatura del turbo-propulsore. — R. Esnault Pelterie (L'Astronautique: Complement - 1935 - pag. 57) in una tabella indica la temperatura centigrada in funzione della velocità, dell'aria compressa davanti ad un proiettile che si muova a grande velocità ad una quota superiore agli 11000 metri, dove la temperatura sia di — 54 gradi.

Dice che un proiettile con una data ogiva, che si muova nell'aria alla velocità di m/s 2000, assumerà una temperatura di gradi + 189, mentre se detto proiettile si muo-

Digitized by Google

verà con la stessa velocità nell'idrogeno, assumerà una temperatura non superiore allo zero. Dice che questa temperatura è indipendente dalla densità, per un medesimo gaz, perchè dipende dalla massa molecolare.

Questa tabella può servire per controllare per raffronto, la temperatura del getto gasoso al centro delle palette del propulsore che descriviamo, perchè come detto, noi consideriamo per analogia le palette che investono il gaz a m/s 2010, simili al proiettile che comprime l'aria a m/s 2000, ma riteniamo che la perfetta curvatura delle palette e l'efflusso dei gaz più studiato di quanto si possa ottenere per l'ogiva perfetta, genereranno sulle palette un riscaldamento molto inferiore a quello possibile sul proiettile.

Tuttavia dati i due casi estremi del riscaldamento probabile per l'aria e per l'idrogeno a norma della loro energia molecolare, vediamo che le temperature non saranno eccessive, anzi si può dire che ***nel propulsore, data la temperatura ambiente, riscontreremo temperature simili o più basse di quelle che si riscontrano nei normali compressori per l'industria***; e malgrado il forte tasso di compressione non vi è bisogno di applicare un sistema di raffreddamento della girante - 28 -.

***Si richiama nuovamente la fortunata condizione di questo impianto termico a liquidi volatili***, che funziona in un ambiente di circa — 80 gradi (invece del normale di + 15 gradi) e che si presta con una opportuna ripartizione del calore e del raffreddamento sul fluido agente, a comporre ***un ciclo in tutto simile a quello delle macchine termiche normali, che funzionano alla temperatura normale di + 15 gradi, ma abbassato in tutti i suoi dati di ebollizione, surriscaldamento, espansione e condensazione di un salto di circa 100 gradi, situazione unica per un ciclo e che non si è mai verificata in altri impianti.***

Digitized by Google

Cap. 19 - Trazione di un propulsore. — **Dalla fig. 1** e da quanto si è detto, si vede che le palette della ruota - 28 - del propulsore investono con la velocità di m/s 510 il getto di gaz che esce dagli ugelli - 16 - in direzione opposta colla velocità di m/s 1500, (ognuna di queste velocità deve essere la massima raggiungibile col sistema impiegato) creando sulla faccia interna di queste palette una pressione che risulta attiva per Kg. 8 per centimetro quadrato, secondo le modalità esposte al Cap. 17 A, mentre l'altra faccia è a pressione zero.

Si è anche detto (Cap. 18) che l'aumento di temperatura per la compressione delle palette, viene equilibrato dalla temperatura ambiente.

Ogni propulsore ha un gruppo di quattro ugelli contigui - 16 - fig. 1 senza distacco una dall'altro che coprono un settore inferiore ad 1/8 della circonferenza della ruota - 28 -, e cioè questo unico gruppo di quattro ugelli agisce su trentacinque palette contigue della ruota di diam. cm. 50 che ha 276 palette. La posizione di questo gruppo di ugelli rispetto alla circonferenza della ruota - 28 - come si vede nella fig. 1, deve seguire delle opportune norme affinchè la direzione dei gaz eietti sia inversa alla direzione di marcia del veicolo, e cioè secondo i casi si daranno gradi di anticipo o di ritardo rispetto al diametro orizzontale della ruota, e si curerà l'inclinazione dell'albero motore dall'interno all'esterno della cabina (fig. 6).

La sezione di una paletta col piano passante per l'albero motore presenta una superficie massima di cmq. 2.5 e quindi trentacinque palette ci offrono una superficie di cmq. 87.5 soggetta alla pressione attiva di Kg. 8 e cioè: 87.5 × 8 = Kg. 700. All'atto pratico non si possono utilizzare che i 6/10 della superficie della paletta, avendosi la pressione massima nel centro della curvatura interna dove la direzione del fluido cambia segno, e minima ai bordi, quindi bisogna ridurre la superficie totale soggetta alla pressione a cmq. 52.5 ed otteniamo Kg. 420 che rappresentano l'intensità della forza di trazione al gancio del di-

Digitized by Google

namometro che può dare un singolo propulsore, col risultato precipuo di avere una pressione e trazione costante, senza cadere nella pressione intermedia di regime, principio base della costruzione di questo propulsore.

Questo metodo ora usato per dimostrare lo sforzo di trazione di questo propulsore, può essere raffrontato per conferma col metodo indicato dal Ventou-Duclaux (« Turbines a gaz» - pag. 117) per spiegare lo sforzo di trazione nei propulsori a reazione, notando bene che ***questo propulsore è l'unico che non cade nella pressione intermedia di regime, (Cap. 17)*** vantaggio che si rivendica per questo trovato.

Cap. 20 - ALIMENTAZIONE - CONDENSATORI. — Data la temperatura ambiente molto bassa ed il vuoto, i condensatori - 13 - sono leggerissimi e di piccole dimensioni ed in certi casi possono essere aboliti e sostituiti dagli stessi tubi che portano il vapore dallo scarico della turbina alle pompe d'alimentazione dei generatori, data la lunghezza di questi tubi e la loro posizione nella zona fredda del generatore.

Alimentazione circuito - 18 -: Questa alimentazione viene fatta dal lato basso di ognuno dei sei settori - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - del generatore ed il liquido circola verso il lato alto. L'alimentazione può essere fatta con una pompa d'alimentazione indipendente per ognuno dei sei settori. Questa pompa (n. 20 fig. 1) è applicata al centro del lato basso di ogni settore, ed è mossa da motorino azionato dall'impianto elettrico, e comandata elettricamente a distanza dalla cabina di comando.

La pompa di un settore deve alimentare contemporaneamente e regolarmente un grande numero di tubi bollitori (nel disegno 60 tubetti: fig. 2 n. 22). Per ottenere questo risultato possono adattarsi molti sistemi noti, per esempio: distribuzione a fori calibrati, distribuzione a di-

Digitized by Google

schi rotanti a molte vie, distribuzione del tipo: iniettori Diesel.

Alimentazione circuito - 19 - : Il secondo generatore consta di un solo settore (n. 1 fig. 2) ma questo settore è costituito di sei gruppi di tubi - 26 - che formano sei circuiti indipendenti, ciascuno sboccante agli ugelli di un propulsore. Per questo generatore non occorrono condensatori perchè il vapore viene scaricato nello spazio per la propulsione e va disperso. Occorrono invece sei piccole pompe d'alimentazione, una per ogni gruppo di 9 tubetti bollitori, per avere ogni gruppo propulsore indipendente. Ogni pompa è applicata al lato basso del gruppo (n. 21 fig. 2) ed è simile per requisiti tecnici a quelle del generatore precedente.

Se l'alimentazione e la distribuzione sono eseguite con apparecchi perfetti, i tubetti bollitori possono essere in un pezzo unico dal lato basso al lato alto del settore, con grande vantaggio della resistenza e peso nel complesso del generatore. In caso diverso vengono applicati dei collettori-diffusori, che sono dei tubi traversali che riuniscono un gruppo di tubi bollitori ad una data altezza (n. 30 fig. 2). Questi collettori servono ad equilibrare la pressione e temperatura tra i tubi verticali di un gruppo o settore. In caso di difficoltà di circolazione, per quanto spieghiamo nel capitolo seguente, possono essere applicate altre pompe di alimentazione di mandata all'uscita dei condensatori, secondo i metodi noti.

Cap. 21 - Generatore stabilizzato con circolazione indipendente dalla gravita'. — Negli apparecchi per la navigazione negli spazi intersiderali, l'effetto della gravità cessa la sua azione quando il veicolo procede nel vuoto a propulsore fermo, per velocità acquisita, e come è noto si può supplire ai danni dell'assenza della gravità coll'accelerazione costante fornita dal propulsore, tenendolo costantemente in azione. Evidentemente questo metodo por-

Digitized by Google

ta ad un eccessivo consumo di combustibile. Per considerazioni che esorbitano da questa descrizione, non entriamo nei dettagli di questo studio ma si è ammesso a priori nella concezione di questo veicolo, che esso deve essere atto a procedere per l'azione del propulsore, o per l'azione della forza d'inerzia, come in linea generale si ammette in Astronautica.

In conseguenza di questi due casi previsti, si hanno delle differenze nella circolazione dei liquidi nel generatore a tubi, ed appunto il generatore è appositamente costruito per superare queste difficoltà.

Infatti nel primo caso quando funziona il propulsore, siccome il veicolo deve sempre procedere colla cabina avanti e il generatore dietro come coda, i liquidi e gas contenuti nei tubi saranno sempre respinti per l'accelerazione del veicolo, verso il lato basso di ogni settore del generatore e tutta la circolazione avverrà normalmente come se fosse soggetta da fermo alle leggi della gravità (per circa 1/10 di g. o varia secondo i concetti).

*Nel secondo caso, quando si arresta l'azione del propulsore, non esiste più alcuna forza che costringe i liquidi verso il lato basso dei settori ed in genere parrebbe difficile la circolazione, ma trattandosi di un generatore a circolazione tutta obbligata a mezzo di molteplici pompe d'alimentazione ed apparecchi distributori, in fasci di tubetti di piccolo diametro, i liquidi ed i vapori sono quasi stabilizzati nel generatore.*

Altri accorgimenti sono usati per il condensatore - 13 -.

Però a dirimere ogni dubbio facciamo notare che quando il propulsore viene arrestato per procedere per inerzia, dalla cabina di comando viene arrestato il funzionamento di tutti i generatori, quindi non occorre più la circolazione, ma basta che il poco liquido che vi rimane sia immobilizzato.

Come si dirà in seguito (cap. 40) la caldaia viene messa in posizione di riposo rispetto alla direzione della radia-

Digitized by Google

zione solare, e prima di fermare i turbo-motori si arrestano tutte le pompe di alimentazione, così tutti i tubi bollitori si vuotano ed il generatore si può considerare vuoto quando è in posizione di riposo ed il liquido agente raccolto nei condensatori.

***L'assenza dell'effetto della gravità non può quindi avere alcuna azione nociva sul liquido immobilizzato.***

Cap. 22 - DIMENSIONI DEL GENERATORE CODA - RENDIMENTO. — Lunghezza totale m. 130; larghezza totale m. 12; superficie totale mq. 1560.

Dimensioni del settore - 1 - a specchi; lunghezza m. 19,5; larghezza m. 12; superficie mq. 234.

Dimensioni di ognuno dei settori 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7: lunghezza m. 18,41; larghezza m. 12; superficie mq. 221; superficie totale dei sei settori riuniti mq. 1326.

La superficie totale anteriore del generatore coda, esposta normalmente ai raggi solari fuori dell'atmosfera raccoglie (Abbot: Hp. 2,1 per mq.) la potenza di circa: Hp. 2,1 × mq. 1560 = Hp. 3276.

Un turbo motore col rendimento del 24,7/100 dà: Hp. 0,52 × mq. 221 = Hp. 115 effettivi sull'albero motore (Cap. 14) ed i sei turbo motori danno Hp. 690 effettivi.

In questo calcolo non entra l'effetto del settore a specchi - 1 - che alimenta gli ugelli - 16 -.

Cap. 23 - CARATTERISTICHE DI UN TURBO MOTORE. — Hp. 115 effettivi sull'albero motore.

Diametro alla periferia media della ruota a palette: mm. 300.

Velocità periferica media di massimo rendimento al minuto secondo: metri 305.

Numero giri della ruota a palette al minuto primo: 19500.

Digitized by Google

Numero palette: 166.

Numero ugelli: otto del tipo Laval Hp. 15.

Pressione nel generatore (settori 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7): Atm. 5-6.

Temperatura nel generatore del vapore d'etere surriscaldato: gradi centigradi 100-120.

* * Caratteristiche di un turbo propulsore - Diametro alla periferia media della ruota a palette: mm. 500.

Velocità periferica media di massimo rendimento al minuto secondo: metri 510.

Numero di giri della ruota palette al minuto primo: giri 19500.

Numero delle palette della ruota: 276.

Numero ugelli: quattro del tipo Laval Hp. 5, contigui.

Pressione nel generatore (settore - 1 - a specchi): Atm. 41.

Temperatura nel generatore del vapore d'etere surriscaldato: + 430 gradi centigradi.

Velocità dei gaz all'uscita degli ugelli - 16 - al minuto secondo: metri 1500.

Cap. 24 - TURBO MOTORE. — Il turbo motore n. 12 fig. 1, non presenta alcuna caratteristica speciale. Può essere una turbina Laval ad azione con albero flessibile, od un altro tipo di turbina, con caratteristiche simili a quelle sopra enunciate, molto leggera e veloce.

Cap. 28 - RUOTE MOBILI - ALBERO FLESSIBILE. — Le ruote mobili di questi propulsori, dovendo essere spinte alle massime velocità periferiche, nell'ordine delle velocità raggiunte dai moderni turbo compressori per aviazione, turbine, giroscopi, dovranno essere eseguite con tutti i migliori requisiti offerti dalla tecnica attuale. Ad esempio potranno essere in acciaio al nichel fresate nella massa, come nelle turbine Rateau ad azione, o nei turbo compres-

Digitized by Google

sori Jupiter, Miller, ecc. per motori d'aviazione (che raggiungono i 35000 giri al minuto primo).

E così l'albero motore - 17 - fig. 1, che è comune al turbo motore e al turbo propulsore, e che nella fig. 6 è stato rappresentato secondo il classico disegno dell'albero flessibile Laval, se nella costruzione si otterrà una fresatura e centratura perfetta della ruota mobile, potrà essere sostituito da un albero motore rigido, ad esempio più corto, a sbalzo, con un unico supporto speciale tra le ruote, che sarà più adatto dell'albero flessibile a sostenere lo sforzo laterale di trazione del propulsore.

Cap. 29 - PESO DEL GENERATORE CODA. — Il peso totale di uno dei sei settori (2-3-4-5-6-7 vedi Cap. 4) del generatore risulta così composto: Metri 1104 di tubetto bollitore metallico o di lega metallica leggera n. 4 fig. 5, del diametro interno di mm. 6,7, e pesanti circa gr. 25 al metro: pesano Kg. 27,6 (si trovano in commercio tubetti di leghe d'ottone per radiatori che hanno questo peso e reresistenza sufficente per questo impiego). Metri quadrati 221 di lamiera sottile metallica o di lega metallica leggera o tessuto metallico misto con materiali speciali di forte conduttività (n. 3' fig. 5) pesante circa gr. 320 al metro quadrato: pesano Kg. 70,7.

Metri quadrati 221 di tessuto di cotone del tipo usato per aereostati, argentato riflettente o bianco lucido, od altra materia adatta (n. 5' fig. 5 e Cap. 4) pesante gr. 55 al metro quadrato: pesano Kg. 12,1.

Per un settore risulta un peso totale di: Kg. 27,6 + 70,7 + 12,1 = Kg. 110,4. Quindi il peso totale di questi sei settori è di Kg. 662,4.

Il settore - 1 - è superiore come peso agli altri, perchè è provvisto di specchi parabolici leggeri e per lo spessore superiore dei tubetti bollitori, e pesa K. 200,4.

I tubi di condotta del vapore d'etere dai generatori ai gruppi propulsori, per un totale di circa metri 400 (tubi di diametri vari) pesano Kg. 110.

Digitized by Google

I tubetti alimentatori che portano l'etere liquido ai generatori hanno un peso totale di Kg. 5.

Ne consegue che il peso totale del generatore coda è di: Kg. 662,4 + 200,4 + 110 + 5: totale K. 977,8.

Cap. 30 - PESO E CARATTERISTICHE DELLA CABINA DI COMANDO. — La cabina di comando non fa parte essenziale di questo trovato e quindi si possono applicare i sistemi studiati da diversi competenti. Però per avere una cabina leggera, ma spaziosa allo scopo di potervi eventualmente piazzare internamente una piattaforma girante, per eliminare come è noto i disturbi che i piloti possono provare per la mancanza dell'effetto della gravità, riteniamo pratica la cabina n. 31 fig. 2.

Questa cabina cilindrica chiusa da due cupole coniche, ha il diametro di metri 5 e quindi sarebbe troppo pesante se costruita in lega metallica leggera, come si usa per le cabine dei palloni stratosferici. Si può costruire invece con numerosi tessuti di cotone in diagonale, gommati (tipo aereostati, pneumatici) e ne risulta una parete del peso di circa Kg. 2 al metro quadrato. Questa cabina - 39 - fig. 6 a pressione atmosferica per i piloti, resiste benissimo alla pressione interna che subisce nello spazio, ed allo squilibrio delle temperature esterne. Deve essere dipinta a strisce bianche e nere, secondo le regole note e controllate colle ascensioni stratosferiche, per mantenere la temperatura interna necessaria. Se ancora la temperatura fosse troppo forte basterà un rivestimento in lamiera sottilissima sulla parte esterna della cabina, ma leggermente staccato da essa per diminuire la temperatura.

Un telaio a stella a sei punte in tubi leggeri - 34 - fig. 6 serve di armatura interna al pavimento della cabina. Questo telaio porta anche sotto fissati i serbatoi e condensatori, e per mezzo di tiranti metallici ed anche degli stessi tubi di condotta del vapore, si collega e porta il generatore coda.

Digitized by Google

I sei gruppi propulsori sospesi sotto la cabina, ma fuori di essa, si trovano in un reparto macchine (fig. 6 n. 32) che è chiuso da una carenatura cilindrica - 36 - fig. 6 in lamiera sottile (o tessuto) leggerissima perchè non soggetta a pressione interna ma serve solo a mantenere una temperatura uniforme ai turbo motori.

Eguale caratteristiche ha la carenatura n. 33.

Come detto solo la cabina - 31 - è soggetta allo sforzo della pressione interna atmosferica, necessaria ai piloti.

La cabina in tessuto gommato resistente alla pressione atmosferica pesa Kg. 132; il telaio a stella in tubi, con seerbatoio e condensatori pesa Kg. 98; le carenature leggere n. 36 e n. 33 pesano Kg. 20; quindi la cabina completa pesa Kg. 250.

Cap. 31 - PESO DELL'APPARATO MOTO PROPULSORE. — La parte rotante di un gruppo moto propulsore, composta dell'albero motore - 17 - fig. 6, della ruota a palette - 28 - del propulsore e della ruota a palette - 38 - della turbina motrice, pesa Kg. 34.

Il carter in lamiera leggera della turbina - 12 - fig. 1, il telaio in tubi supporto del propulsore - 37 - fg. 6, i supporti e gli ugelli, pesano Kg. 26.

Quindi un gruppo moto propulsore pesa Kg. 60 ed i sei gruppi pesano complessivamente Kg. 360.

L'impianto elettrico e le pompe d'alimentazione pesano Kg. 80 e portano il peso totale dell'apparato moto propulsore a Kg. 440.

Cap. 32 - PESO TOTALE DEL VEICOLO.

| | | |
|---|---|---|
| Peso del generatore coda | Kg. | 997 |
| Peso della cabina, telai e carenature | » | 250 |
| Peso dell'apparato moto propulsore | » | 440 |
| Peso dei due piloti | » | 140 |
| Peso dell'etere portato nei serbatoi | » | 480 |
| Peso totale del veicolo | Kg. | 2287 |

Digitized by Google

Cap. 33 - SOSTENTAZIONE. — Dato il peso totale del veicolo di Kg. 2287 e data l'intensità della forza di trazione totale che possono esercitare i sei propulsori (Cap. 19) e cioè: Kg. 420 × 6 = Kg. 2520, consegue che abbiamo una superiorità della trazione nell'ordine di circa 1/10 del peso dell'apparecchio, e quindi una sostentazione sufficiente per permettere all'apparecchio di procedere negli spazi intersiderali.

Questo è detto come regime normale di marcia, ma ***in caso di guasto e arresto di uno dei sei propulsori, si può aumentare l'efficenza degli altri cinque per un breve periodo***, aumentando al massimo l'emissione di vapore dagli ugelli - 16 - dei propulsori per sopperire all'eccesso di carico ed ***avere ancora una sostentazione provvisoria di sicurezza del veicolo.***

Cap. 35 - CONSUMO DEL CIRCUITO 18. — Ma il vantaggio precipuo che si rivendica per questo trovato è la complessa soluzione che permette di utilizzare l'energia solare per la propulsione del veicolo, col vantaggio di una forte diminuzione del peso del materiale di eiezione (combustibile, comburente, liquido agente) da portarsi nei serbatoi del veicolo, che a norma della teoria dei rapporti di massa, costituisce oggi il maggior ostacolo alla realizzazione dei viaggi intersiderali. Questa teoria dice che per uscire dall'attrazione terrestre, il peso iniziale dovrebbe essere più di 150 volte il peso finale (ed altre opinioni).

Questa forte diminuzione attuabile per le caratteristiche speciali di questo trovato, è possibile perchè per rapporti di potenzialità che si possono stabilire, previo graduali esperienze, fra il circuito a bassa pressione n. 18 fig. 1, ed il circuito ad alta pressione n. 19, ***è sommamente conveniente in vista del consumo, aumentare al massi-***

Digitized by Google

***mo la potenza del circuito - 18 -, che non consuma altro che energia solare.***

E cioè, come base, aumentare la superficie dei settori generatori a bassa pressione 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7.

***A semplice titolo di prova, in questa descrizione abbiamo usato il rapporto 5,66 tra la superficie del generatore a bassa pressione, e la superficie del generatore ad alta pressione, ma evidentemente altri rapporti molto superiori possono venire usati.***

Abbiamo descritto un generatore coda lungo 130 metri, ma evidentemente ***si può costruire di dimensioni molto superiori.*** Ad esempio gli ***Zeppellin,*** che rappresentano una costruzione simile, sono lunghi 250 metri.

Cap. 36 - CONSUMO DEL CIRCUITO 19. — Anche il circuito - 19 - può subire imporantissime migliorie nei riguardi del suo consumo in peso di liquido, unico peso che viene consumato dall'apparecchio come vapore emesso dagli ugelli - 16 -.

Precipuo è l'aumento della superficie del settore - 1 - a specchi, e l'adattamento di specchi parabolici adatti a raggiungere temperature del vapore più alte delle prospettate (Cap. 10). Le norme della conduzione del calore negli spazi, non sono ancora ben note, ma deducendo da studi in materia, riteniamo che si potranno ottenere temperature dei gaz superiori al doppio di quelle da noi prospettate in questa descrizione.

I competenti vedono chiaramente quale forte economia, in peso di gaz consumato, si può ottenere con simili temperature e relativo surriscaldamento, secondo le regole note.

Inoltre abbiamo scelto l'etere come liquido agente nei generatori, perchè venne già usato con soddisfazione in altri impianti, e perchè presenta pressioni, temperature e coefficenti adatti a questo apparato motore. Ma come

Digitized by Google

abbiamo detto altri liquidi volatili o gaz liquefeatti (p. e. l'anidride solforosa) possono essere usati, che offrono pressioni molto superiori a pari temperatura, o superiore energia molecolare, od altri coefficenti più adatti dell'etere e questo si dice in modo speciale per il circuito - 19 - che richiede un liquido della massima energia e che potrebbe essere alimentato anche dalle miscele idrogeno ed ossigeno dei razzi, se la scienza arriverà a renderle usabili. Ma l'utilizzazione di questi liquidi volatili importa diversi pericoli, quali: facilità d'esplosione, gaz tossici, ecc. onde l'uso deve essere rimandato dopo le esperienze con modelli iniziali con liquido d'uso più facile, come è l'etere.

Notiamo che in questa descrizione ci siamo attenuti a difficoltà tecniche sempre ***superabili coi metodi attuali di costruzione.*** Quanto sopra è detto perchè un esperto veda quali sono ***le evidenti possibilità di ridurre in seguito a graduali esperienze, il consumo di vapore espulso dagli ugelli - 16 - al minimo peso possibile, unico consumo di questo sistema propulsore.***

Colle misure e dispositivi da noi esposti per il modello di veicolo descritto, il consumo di vapore d'etere di un propulsore (e cioè di un gruppo di ugelli - 16 -, che è composto di quattro ugelli del tipo Laval Hp. 5) è di Kg. 60 all'ora, peso dedotto dalle nostre esperienze (Cap. 47) e che può essere sensibilmente diminuito, come si è detto, e quindi il consumo totale dei 6 propulsori è di Kg. 360 all'ora, per una trazione al gancio di Kg. 2520 (Cap. 19). Per ottenere la stessa reazione un sistema a razzo dovrebbe consumare molte tonnellate di combustibile all'ora (vedi Cap. 37).

Cap. 36 A - ALIMENTAZIONE AD ARIA CAPTATA, CON ELIMINAZIONE DI OGNI CONSUMO. — Il veicolo descritto può anche raggiungere l'indipendenza da ogni consumo di materiale portato.

Questo si può ottenere alimentando i generatori del

Digitized by Google

settore 1, e cioè il circuito 19, con aria captata anzichè con etere, naturalmente quando il veicolo si trova ancora immerso nella stratosfera. Questo nuovo ciclo di alimentazione così si può svolgere ad esempio a quota metri 31.000.

Quando il veicolo abbia già raggiunto un'alta velocità, ad esempio Km/s 1, con l'alimentazione ad etere, si inizia la captazione dell'aria rarefatta a mm. 7 di mercurio, per mezzo di trombe coniche convergenti tipo tubo René Lorin, applicate al bordo anteriore del settore 1.

L'aria captata e compressa a circa Atm. 1 automaticamente per la suindicata velocità di marcia, da queste trombe (secondo diagrammi citati), viene raffreddata e immessa nei generatori del settore 1 ed in essi subisce il riscaldamento per le radiazioni solari, come si è detto per il vapor d'etere, per essere poi emessa ad alta velocità dagli ugelli 16.

Le teorie spesso enunciate sulla possibilità di raggiungere altissime velocità col tubo Lorin a compressione automatica (vedi M. Roy, Crocco, Steckin, ecc.) possono adattarsi al veicolo ora descritto, coll'enorme vantaggio che qui si è eliminato ogni consumo di combustibile ed il veicolo procede solamente per energia delle radiazioni solari ed aria captata.

La migliore utilizzazione di questo nuovo sistema dipende dalla scelta della quota adatta per poter sviluppare una data velocità con una data pressione di aria captata. Naturalmente si devono adattare le quote più alte della stratosfera per le velocità più elevate. Ad esempio per raggiungere la velocità di liberazione di Km/s 9 calcolata come necessaria per arrivare al nostro Satellite, si potranno utilzzare alternativamente i due sistemi di alimentazione e ad esempio raggiungere la velocità di km/s 5 nell'alta stratosfera, circa a quota 70.000 metri, con alimentazione ad aria captata, e poi aumentare fino alla velocità di Km/s 9 fuori della stratofera con alimentazione ad etere, col vantaggio prima di risparmiare etere e dopo di raggiungere la massima velocità fuori della stratosfera, dove non esiste più alcuna resistenza dell'aria all'avanzamento.

Digitized by Google

Sarà opportuno che il veicolo con alimentazione ad aria, sia provvisto del generatore coda del tipo fig. 5, ma coperto da sottili vetri o pellicole per evitare il raffreddamento per la ventilazione dell'aria, oppure sarà meglio che tutto il generatore coda sia provvisto di specchi parabolici come la parte 10 del settore 1, perchè anche questo sistema si sottrae al raffreddamento per ventilazione e può fornire temperature superiori ai generatori.

Per quanto sopra detto, sarà conveniente usare un modello di veicolo con misure superiori alle citate nella descrizione, per avere un aumento di potenza disponibile.

Cap. 36 B - PROPULSORE TERMODINAMICO A REAZIONE - Mod. P. T. R. A. — Per percorsi nelle alte quote della stratosfera è possible effettuare una semplificazione al modello ora descritto e cioè l'abolizione del propulsore a doppia reazione e del consumo di etere. Ne risulta un apparecchio composto di una cabina completa con propulsore termodinamico a reazione tipo Leduc (o simili: Lorin, Melot, ecc.) come rappresentata dalla fig. H, alla quale sia applicato con uno speciale sistema un generatore coda, in linea generale simile al descritto. Questo generatore coda sostituisce direttamente nella suaccennata cabina termodinamica, gli organi di iniezione e combustione del petrolio, ed al petrolio sostituisce le radiazioni solari.

Quindi il veicolo utilizza solo l'aria e le radiazioni solari, eliminando ogni consumo di combustibile o di altro materiale.

Un generatore coda della misura che prima abbiamo esposto (metri 130 per 12) con una superficie utile di metri quadrati 1560 nell'alta stratosfera riceve dalle radiazioni solari calorie 1,93 al minuto secondo per ogni cm$^2$ e quindi raccoglie la potenza di circa Hp. 3276, che può quasi completamente essere utilizzata per la propulsione, per la massima ricezione e l'ottimo rendimento degli specchi e della caldaia, e per l'abolizione di ogni motore per la pro-

Digitized by Google

pulsione, con diretta trasformazione dell'energia calorifica in energia propulsiva.

Come abbiamo detto, dato che il propulsore termodinamico ha un rendimento che cresce col crescere della velocità e della quota di volo e dato che coll'utilizzazione delle radiazioni solari abbiamo abolito ogni consumo, si può prevedere che con l'accurata scelta di quote progressivamente crescenti, corrispondenti a velocità progressivamente crescenti, eliminata ogni preoccupazione pel tempo e consumo necessari, si potranno raggiungere nell'alta stratosfera tali velocità che potranno permettere ad un apparecchio degli sbalzi per velocità acquisita negli spazi intersiderali, oppure tratti di navigazione circumterrestre, anche con questo sistema di alimentazione ad aria captata, senza etere o liquidi intermediari analoghi.

Le soluzioni tecniche ed i dettagli studiati per poter applicare all'apparecchio Leduc rappresentato dalla fig. H il generatore coda a radiazioni solari adatto, modificato nella forma, costruzione e funzionamento, verranno trattati in una mia prossima relazione (estensione del brevetto Gussalli - 29 agosto 1939 - N. 436.202 Belgio).

Si può facilmente prevedere la prossima pratica attuazione di questi tipi che appartengono al gruppo René Lorin e cioè: Melot, Leduc, Campini, Stipa ed altri dopo la superba realizzazione del tipo italiano Campini pilotato dal Col. De Bernardi.

Si è eliminato il propulsore a doppia reazione in questo modello P. T. R. A. perchè questo propulsore tipo Leduc aspira una grande massa d'aria, anche se rarefatta, e la espelle con una velocità di poco superiore a quella che può generare un'elica d'areoplano (salvo teorie diverse).

Invece i modelli con propulsore a doppia reazione sono concepiti per ottenere la massima economia del fluido eietto (etere od aria captata) sottoponendolo al ***massimo*** trattamento termico che si può raggiungere ed al ***massimo*** trattamento meccanico che si può aggiungere, per ottenere la ***massima*** reazione colla ***massima*** economia del fluido consumato.

Digitized by Google

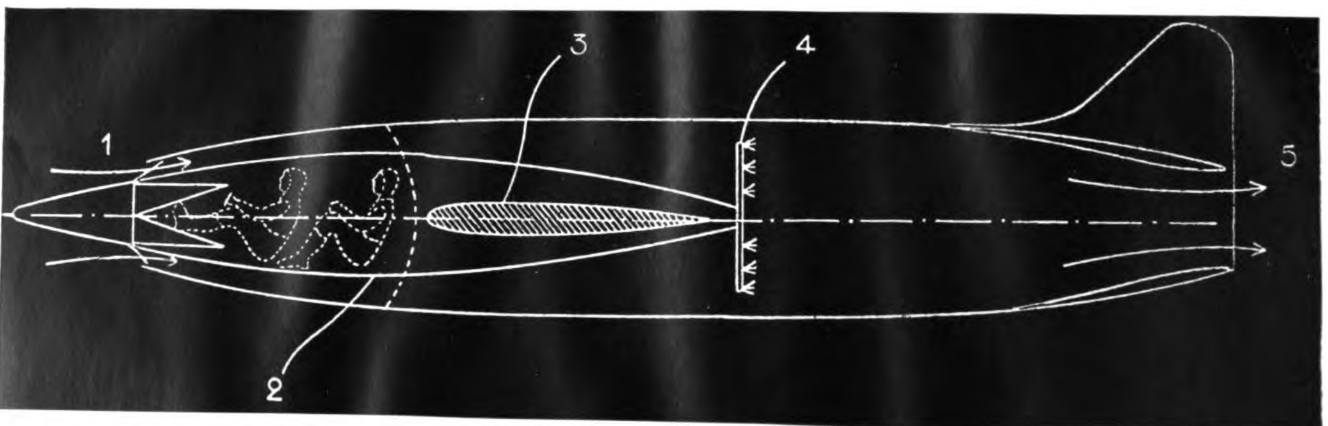



Fig. H — Progetto d'aeroplano a reazione Leduc — 1. ammissione dell'aria captata 2. cabina chiusa per i piloti - 3. Ala - 4. iniezione del combustibile - 5. eiezione dei gaz dopo la combustione.

Digitized by Google

Digitized by Google

Cap. 36 C - DIFFERENZE NEL CONSUMO DEI TRE SISTEMI DI ALIMENTAZIONE. — E' evidente, dopo quanto si è detto, che il consumo della riserva portata dall'apparecchio varierà a seconda che si usi uno o l'altro dei tre sistemi sopra indicati per l'alimentazione del circuito aperto 19, e cioè:

1) - *Alimentazione con etere o liquidi analoghi*, che richiede il consumo in peso che abbiamo sopra indicato (Cap. 36), consumo suscettibile di essere sensibilmente ridotto quando si potranno effettuare degli adatti perfezionamenti.

2) - *Alimentazione con ossigeno ed idrogeno*, che richiede il consumo normale dei razzi di eguale potenza, diminuito della quantità che corrisponde all'energia solare raccolta dal circuito chiuso.

3) - *Alimentazione con aria captata (tubi Lorin)* qualora il veicolo si muova nella stratosfera, sistema di alimentazione che elimina ogni consumo di combustibile, comburente e liquido trasformato, ed utilizza esclusivamente l'energia solare e l'aria per la propulsione del veicolo nello spazio.

Cap. 37 - CONSUMO DEI RAZZI. — Si deve porre attenzione che qualsiasi motore oggi noto adatto a funzionare nello spazio, unico escluso questo ad energia solare, deve portare oltre al combustibile (benzina, idrogeno, ecc.) un peso da 4 a 6 volte superiore di ossigeno per rendere possibile la combustione. Questo dicasi per i motori a combustione e per i motori a reazione (razzi).

Questo fatto, oltre al pessimo rendimento, porta a cifre enormi i consumi sinora constatati nelle esperienze con razzi.

Citiamo per raffronto:

L'automobile razzo Heylandt-Pietsch, dietro indicazioni dell'ing. Pietsch, per una forza di trazione di Kg. 50, consumava un chilogrammo di combustibile al secondo.

Digitized by Google

I razzi Oberth di prova, secondo dati pubblicati, consumavano gr. 500 per secondo, per una reazione di Kg. 80.

Questo sistema dei razzi condurrebbe quindi ad un consumo superiore ai Kg. 1800 di combustibile all'ora per una reazione di Kg. 80. Risulta evidente da un raffronto tra il consumo (Cap. 36) dell'apparecchio che abbiamo qui descritto ed il consumo dei razzi, quali vantaggi di eccezionale valore rappresenti questo trovato, in raffronto ai razzi. Ed anche se questi potranno in avvenire ottenere risultati migliori di quelli sino ad ora conseguiti, saranno sempre inferiori per le difficoltà di eccessive temperature (4000 gradi), pressioni, velocità e difficoltà di applicazione, al presente trovato, che, se in apparenza pare complicato, non lo è più di un normale impianto di turbine a vapore o gaz, e come tale può essere costruito coi mezzi tecnici moderni, e non è più spinto come costruzione, per coefficenti di sicurezza, di un moderno aereoplano da corsa.

Cap. 38 - MANOVRE PER LA PARTENZA DA TERRA. — Le condizioni di temperatura favorevoli al funzionamento di questo veicolo, esposte al Cap. 12, si riscontrano solo nel vuoto intersiderale, ma anche nella stratosfera a quote superiori ai metri 16000 e pressione atmosferica inferiore ad un decimo, si riscontrano già condizioni sufficenti al funzionamento dell'apparecchio, e cioè le temperature constatate con le ascensioni del Piccard e di altri.

A quota inferiore ai 16000 metri, l'efficenza di questo gruppo moto propulsore, diminuisce sensibilmente per la diminuzione della intensità della radiazione solare e l'effetto ventilante dell'aria, anche se rarefatta, sul generatore coda e per questo si è previsto un tipo di generatore coda con vetri o pellicole che, per il peso eccessivo, non si è ritenuto opportuno consigliare per il modello qui descritto. Può servire per modelli più grandi o per speciali destinazioni.

Digitized by Google

Per quanto detto l'astronave descritta, per la diminuzione di potenza effettiva, non può partire coi suoi soli mezzi dalla Terra. Dato che i suoi propulsori non possono che esercitare uno sforzo di trazione parziale, per la partenza questo sforzo dovrà essere aiutato con mezzi esterni, così come oggi si usano gli aereoplani doppi tipo Composite Mayo, idrovolanti inglesi, dei quali il più potente serve per sollevare e lanciare l'altro più carico di combustibile.

Per sollevare l'astronave a 16000 metri, potranno servire gli aereoplani stratosferici (col. Pezzi: quota 17000) quando saranno perfezionati.

Oppure un sistema già oggi facilmente attuabile, è offerto dai palloni stratosferici.

Un pallone stratosferico del tipo F. N. R. S. usato dal Piccard, di mc. 14000 alleggerito dalla cabina sferica e di altri pesi non necessari, può sollevare a quota 16000 secondo i dati del Piccard, un peso utile superiore a Kg. 1200 e quindi anche il veicolo descritto, con l'aiuto dei suoi propulsori ridotti a metà potenza.

Con un pallone della cubatura del «Stella della Polonia» incendiatosi alla partenza, di mc. 124000 si potrebbero portare a 16000 metri diverse tonnellate e quindi anche un'astronave di doppia grandezza di quella da noi descritta, anche a propulsori fermi.

Ho dovuto spiegare ai dei tecnici scettici, che ritenevano un assurdo il lavoro e la spesa necessarii per portare con un pallone l'Astronave a 16.000 metri, come questo lavoro è non solo opportuno, ma necessario anche sotto altri aspetti del problema Astronautico. Ecco come ho spiegato questo:

Il prof. Goddard ha detto che occorrerebbe per uscire dall'attrazione terrestre, nelle migliori condizioni un rapporto di massa di 150 volte il peso iniziale, se si fa astrazione dell'aria, e che questo rapporto cresce a 600 se si calcola la resistenza necessaria per attraversare l'atmosfera. E' evidente dunque che portando la partenza dell'Astronave a quota stratosferica, si apporta un vantaggio enorme

Digitized by Google

nel rapporto di massa e nel consumo globale, vantaggio che ripaga da solo il lavoro e le spese aggiunte per l'uso del pallone necessario pel funzionamento in quota del generatore solare.

Si noti inoltre l'enorme vantaggio e la sicurezza per i piloti, che conseguono dal poter provare e regolare con tutta tranquillità l'Astronave appesa con un lungo cavo sotto il pallone stratosferico, a quota metri 16.000, e cioè in ambiente quasi adatto al funzionamento, prima di partire per quote superiori.

Ho conclusa questa discussione col dire che bisogna che gli scettici si ambientino colle grandi difficoltà e le grandi risorse dei problemi astronautici e si convincano che ***nessun tecnico può oggi fare delle critiche su problemi così complessi senza la necessaria preparazione.***

Cap. 39 - PARTENZA DA TERRA. — Per la partenza da Terra, quando sia preveduto l'aiuto parziale dei propulsori dell'apparecchio, bisogna tener conto della latitudine, della stagione, dell'altitudine, dell'ora, delle condizioni meteorologiche, della periodicità undecennale dell'attività solare (vedi tabelle Angot, prof. Dornig ed altri).

Per la partenza da Terra possono essere adatte anche delle zone di alta montagna o zone artiche, per il salto di temperatura tra il sole e l'ombra. Allo Spitzbergen ho visitato il pilone e l'hangar del gen. Nobile, ancora efficenti.

La partenza, l'arrivo e l'ormeggio di una astronave, devono essere effettuati a mezzo pilone, come si usa per l'ormeggio degli Zeppelin.

Nel nostro caso data la lunghezza del veicolo, il pilone potrà sporgere dal terreno, solo per una metà circa della lunghezza totale dell'apparecchio, cioè circa metri 60, e la metà inferiore dell'apparecchio potrà essere in un avvallamento o pozzo.

Il ritorno su Terra può anche essere effettuato dai piloti a mezzo di paracadute, previo abbandono del veicolo

Digitized by Google

all'altezza adatta al sostentamento di essi, come è previsto per quasi tutti i progetti di viaggi intersiderali con razzi perchè questi, per difficoltà insite nel sistema, non possono manovrare a regime rallentato (mentre questo sarebbe possibile al veicolo qui descritto, al modo di un elicottero).

Bisogna però notare che al ritorno il veicolo è alleggerito di quasi tutto il peso di etere, e che si potranno in seguito applicare dei mezzi sussidiari di riscaldamento o sostentamento, per ritornare a quota zero coi propri mezzi.

In proposito notiamo ancora per i sistemi a razzo, che per gravi difficoltà di partenza da fermo, sono previsti complessi sistemi e apparecchi di lancio, e per le difficoltà di uscire dall'atmosfera ad altissima velocità, si prevede un forte aumento nel consumo di combustibile, difficoltà che non si riscontrano nel veicolo qui descritto, che può procedere anche a lenta andatura.

Cap. 40 - Manovre speciali. — Il sistema di manovra di questo veicolo si può dedurre da quanto è stato detto e dall'uso di apparati simili, quali: impianti eliomotori, impianti turbo motori, dirigibili ecc. E così per quanto riguarda la direzione, la stabilità, la rotta, possono servire di appoggio i molti studi noti sull'Astronautica.

Riteniamo però opportuno indicare qualche manovra speciale: Il veicolo deve procedere nello spazio colla cabina avanti e la coda dietro, salvo in casi speciali di marcia obliqua, per la direzione non favorevole delle radiazioni solari. Per modificare la direzione si deve aumentare o diminuire l'efficenza di uno o più propulsori contigui, mantenendo immutato il regime degli altri, come si usa nelle navi a quattro propulsori.

Per rallentare o frenare si modificherà la direzione di 180 gradi.

Un sistema giroscopico, dei già noti, aiuterà a mantenere la giusta direzione ed a impedire o comandare dei leggeri angoli di rotazione del veicolo sul suo asse longitudi-

Digitized by Google

nale. Questa rotazione sull'asse si può ottenere anche spostando di 90 gradi in un senso o nell'altro sulla periferia di una ruota - 28 - fig. 1, un gruppo di ugelli - 16 - (Cap. 19). Con questo sistema di rotazione sul suo asse si potrà disporre o mantenere il generatore coda in esatta posizione, perchè possa ricevere le radiazioni solari normalmente sulla faccia anteriore, ed in questa posizione si otterrà la massima forza del generatore. Oppure si potrà far ruotare il veicolo sul suo asse, per un dato numero di gradi e si avrà un diminuzione di forza.

Se dalla prima posizione sarà fatto ruotare di 90 gradi, si otterrà l'arresto del funzionamento del generatore, come per la chiusura degli eiettori di nafta in una caldaia normale, perchè le radiazioni solari investiranno il generatore coda di fianco, su un bordo sottile ed adatto, e non investiranno le superfici.

Al Cap. 21 spieghiamo come va usata questa posizione di riposo per il generatore a circolazione indipendente dalla gravità.

Cap. 41 - OBBIEZIONI. — Facciamo ancora notare che i dati da noi esposti derivano da esperienze da noi iniziate trent'anni or sono o da deduzioni e che però, per raffronto abbiamo citato dati ed opinioni di tecnici competenti. Facciamo anche notare che i dati da noi accettati, o corrispondono giustamente, o sono ispirati a maggior prudenza, dell'esposto degli altri tecnici. Al proposito richiamiamo tre dati importanti che possono dar luogo a dubbi od obbiezioni, mentre le altre difficoltà riguardano solo la perizia del costruttore:

1) La pressione di Kg. 8 da noi riscontrata sulla superficie interna delle palette della ruota - 28 -, è molto inferiore a quella che con troppo ottimismo si potrebbe dedurre dagli studi citati del Bouasse, gen. Crocco, e di altri (Cap. 17).

2) La temperatura del propulsore rimane norma-

Digitized by Google

le, come giustamente indicano i limiti della tabella del E. Pelterie (Cap. 18).

3) Il rendimento del 24% del nostro impianto a motore solare è simile a quello ottenuto dagli impianti della Pensilvania (Cap. 14). Ma è bene notare anche questo fatto di alto interesse, e cioè che se per qualche motivo detto impianto solare rendesse solamente la metà del previsto (il 12%), questo errore che sarebbe capitale in un calcolo di un propulsore a combustione, qui non porterebbe alcun aumento nel consumo finale di combustibile, base di questo studio. Si dovrebbe solo provvedere ad un sistema di costruzione del generatore coda più leggero e più ampio.

Con altre parole: il consumo di radiazioni solari non influisce sul calcolo dei pesi da portare nei serbatoi, come influisce dannosamente il peso di benzina sciupata da un motore che ha cattivo rendimento.

Cap. 42 - PRECIPUA CARATTERISTICA DEL SISTEMA. — Resta bene inteso che sebbene si siano dati particolari e misure definite, il trovato è caratterizzato da questo: Dati i due circuiti - 18 - e - 19 - completamente indipendenti, ***si deve in primo luogo ottenere la massima energia col minimo consumo, nel getto di gaz che esce dagli ugelli - 16 -***. Quindi per ottenere questo potente getto di gaz devono essere utilizzate, ai limiti massimi, le possibilità offerte dal circuito - 19 - e cioè: le radiazioni solari ed i liquidi volatili. Oppure anche, se possibile e conveniente, tutto questo circuito - 19 - può essere sostituito da una camera di combustione ad idrogeno ed ossigeno, come viene usato per i razzi. Oppure dal sistema ad aria captata.

***Ottenuta questa massima potenza del getto di gaz*** che esce dagli ugelli - 16 -, si utilizza la ruota a palette - 28 - del propulsore per aggiungere un forte supplemento di energia al getto di gaz.

***Questo supplemento di energia, fornito del circuito - 18 -, completamente gratuito perchè fornito uni-***

Digitized by Google

***camente dalle radiazioni solari, deve essere calcolato elevato quanto è possibile nei limiti offerti dalle possibilità di costruzione, con un vantaggio nel consumo finale che risulta bene evidente.***

Questo propulsore riunisce ed utilizza:

***Il massimo*** effetto termico che si può raggiungere.

***Il massimo*** effetto meccanico che si può aggiungere.

***Il massimo*** sussidio delle energie offerte dallo spazio.

---

Digitized by Google

## PARTE TERZA

# Raffronti e critiche tecniche

---

Cap. 43 - Raffronto tra un razzo e questo propulsore. — In questi ultimi quindici anni sono stati fatti molti serii tentativi con razzi stratosferici a polvere od a combustibile liquido.

Poche chiare relazioni sui successi o sugli insuccessi sono state pubblicate, o per segreto di costruzione, o perchè v'era poco da riferire. Dato il valore e le possibilità degli esperimentatori, in certi casi sovvenzionati da grandi Istituti Scientifici o dai Governi, risulta evidente solo questo: che è terribilmente difficile regolare in un apparecchio una combustione di ossigeno ed alcool, o simili, con temperature che superano i 4000 gradi e pressioni relative e che gli sforzi di trazione che si ottengono sono insufficienti.

Inceppamenti di ugelli, irregolarità e brutalità di emissione, scoppi, fusione immediata delle sbarre di supporto e di parti degli apparecchi, costringono gli operatori a grandi misure di sicurezza ed a operare con vestiti incombustibili, a grande distanza.

Chi ha vissuto lungamente tra esperienze pericolose, come chi scrive, sa esattamente che vi sono dei pericoli che coi perfezionamenti tecnici si possono eliminare, e degli altri pericoli insiti nei sistemi, che non si possono eliminare.

I pericoli insiti nei razzi per le necessarie altissime temperature e combinazioni chimiche brutali, appartengono nettamente al genere che non si può eliminare.

Digitized by Google

Risulta quindi impossibile nello stato attuale della scienza, pensare di racchiudere in una cabina, dei piloti nella vicinanza immediata delle grandi camere di combustione perchè il pericolo è eccessivo e senza possibilità di misure di sicurezza.

Ben diversi sono stati i criteri di costruzione sui quali si è basato lo studio qui descritto. Si è voluto ottenere un apparecchio effettivamente costruibile ed effettivamente utilizzabile ed adatto in avvenire al trasporto di piloti e di passeggeri.

Infatti se leggete ed osservate attentamente la descrizione di ogni apparecchio meccanico od applicazione fisicotecnica impiegati in questo studio, vi convincerete che in nessun concetto ed in nessun dettaglio l'ideatore è uscito dai limiti fissati dalle possibilità tecniche attuali e dal pericolo normale d'utilizzazione, che si riscontra e si ammette nelle costruzioni e prove dei dirigibili o degli areoplani.

Con altre parole: ***si può costruire e provare questo tipo di Astronave incorrendo in pericoli e difficoltà non molto dissimili da quelle in cui incorrevano i pionieri costruttori d'aereoplani nel 1900.***

Tutti i dati e le misure di costruzione che ho indicati sono dedotti da risultati oggi raggiunti o facilmente raggiungibili. Non ho esposte le previsioni che un ricercatore ha il diritto di prevedere per non spaventare il lettore classico.

Spero non si vorrà trovare troppo ardita o pericolosa la costruzione dei propulsori perchè ruotano a 19.500 giri al minuto, se si osserva che i turbo compressori rotano ad oltre 25.000 giri e che le «ultra-centrifugeuses» rotano ad oltre 100.000 giri al minuto.

E così pure rientra nell'ambito delle costruzioni normali la costruzione e l'uso della coda generatore a radiazioni solari, che funziona come qualsiasi generatore di vapore a bassa pressione. Naturalmente la costruzione di questi due gruppi di apparecchi, semplici ed evidenti come

Digitized by Google

concetto, incontra gravi difficoltà di esecuzione all'atto pratico, perchè il costruttore-pioniere non ha punti d'appoggio e deve procedere per tentativi, come avviene per tutte le invenzioni.

Inoltre si deve ben ricordare che nello spazio non esiste la resistenza dell'aria all'avanzamento, e che quindi le parti esposte non sono soggette a sforzo o rottura come negli aereoplani.

***Ne consegue che teoricamente l'apparecchio potrebbe essere costruito leggerissimo come una ragnatela perchè non subisce sforzi, salvo quelli dipendenti dalle variazioni di velocità.***

Bisogna notare un altro enorme vantaggio di questo sistema di Astronave, è cioè che le prime prove saranno poco pericolose in confronto al rischio pazzesco che presenterebbe la prova di un razzo montato. Infatti, dato che l'Astronave deve essere sollevata a circa 16.000 metri con un pallone stratoferico per poter funzionare, ***si approfitterà di questo sistema per eseguire con tranquillità e sicurezza, restando sospesi al pallone, tutte le prime prove di funzionamento del generatore e dei propulsori, e tutti i tentativi di sostentazione e di direzione.***

Si è evidentemente ottenuto che ogni pericolo dipendente dalla novità di costruzione ed ogni pericolo personale dei piloti, sia eliminato.

Credo in nessun altro apparecchio aereo si sia ottenuto tanto, specie se ricordiamo quanto una volta si diceva per gli aereoplani: costruire un areoplano è nulla, provarlo è tutto.

Questo propulsore riunisce ed utilizza:

Il *massimo* effetto termico che si può raggiungere.

Il *massimo* effetto meccanico che si può aggiungere.

La *massima* percentuale delle energie offerte dallo spazio.

Digitized by Google

Cap. 44 - CRITICHE INESATTE. — Come ho detto, con mia soddisfazione ho constatato che le critiche di diversi insigni studiosi (riporto in seguito qualche critica) non si corrispondono e che di solito si basano su criteri personali molto discutibili. Naturalmente le critiche in genere riguardano il consumo necessario al propulsore qui descritto, per raggiungere la velocità di liberazione dalla attrazione terrestre verso il Satellite e cioè la velocità di m/s 9000. Se non si può raggiungere detto consumo e detta velocità il calcolo, lo studio e le prove sono ritenuti errati ed inutili.

Questo io ritengo l'errore fondamentale dei mei illustri critici teorici, errore che si rinnova per ogni tentativo nuovo.

Sarebbe assurdo immaginarli seduti al tavolino il giorno in cui Bleriot riuscì a stento ad attraversare la Manica, intenti a calcolare quanta benzina si sarebbe potuta mettere nei serbatoi dell'aeroplano di Bleriot per attraversare l'Atlantico.

Ora io mi chiedo se non sia possibile stabilire questo: supposto che l'apparecchio da me studiato, ***non possa raggiungere la velocità di liberazione***, perchè non può portare il quantitativo di etere necessario o perchè non può raggiungere la velocità di emissione necessaria, non è cosa puerile e dannosa negare a priori il valore del trovato, mentre tutta l'esperienza del passato insegna che si dovrebbe esaminare attentamente se questo apparecchio, che per ora non si crede sufficente al definitivo compito dell'Astronautica, ***possa dar luogo ad esperienze preliminari, parziali e cioè al fatto più evidente ed intuitivo: procedere nello spazio per pochi minuti coi suoi soli mezzi. Tutti gli altri calcoli sono prematuri.***

E' bene ricordare al proposito che secondo l'opinione dell'Esnault Pelterie (ed analogamente di altri) basta che

Digitized by Google

un veicolo sia spinto da un propulsore per minuti primi 37 con una accelerazione di 1,1 g. fuori della stratosfera, per raggiungere la velocità di liberazione di Km. 9 al secondo, necesaria per raggiungere il nostro Satellite.

Il razzo è studiato empiricamente da secoli, scientificamente da alcune decine di anni e praticamente ha reso poco o nulla. Può servire per alzare un piccolo peso ad una velocità elevata, anzi troppo elevata con un consumo enorme. Essendo questa velocità troppo elevata, il razzo è quasi inutilizzabile per le piccole velocità e per le partenze da fermo. Queste verità Lapalissiane, sono le più difficili a far intendere quando è effettivamente necessario.

Il mio sistema è appunto studiato per evitare queste difficoltà, e cioè:

1) cerca di sollevare un veicolo di peso superiore ad una velocità inferiore di quanto si possa ottenere coi razzi normali.

2) cerca di utilizzare l'energia delle radiazioni solari per sostituire in parte il quantitativo di combustibile che si può portare nei serbatoi (quantitativo oggi insufficente al compito).

***La soluzione del problema astronautico, come è da me impostata, è tanto importante e complessa, che non è da assoggettarsi ad una critica sommaria al si o no. Questo sarebbe irrisorio.***

Decine e decine di soluzioni od applicazioni nuove mi sono state necessarie per giungere a riunire questo abbozzo di apparecchio per l'Astronautica, che naturalmente richiede altre decine e decine di applicazioni e soluzioni. Ma questo non si può ottenere che con un lento progresso e colla collaborazione delle masse, perchè gli scienziati specializzati hanno per tradizione un compito molto limitato ed anche negativo nell'attuazione delle invenzioni.

Per questo motivo piuttosto che presentare questo lavoro all'esame di Accademie, il che costituirebbe nella migliore delle ipotesi una enorme perdita di tempo in ri-

Digitized by Google

petute sterili discussioni con singoli individui, discussioni che rimanderebbero all'infinito ogni pubblicazione, fase laboriosa e pesante da me già superata colle discussioni che ho avute in merito coi più noti scienziati in materia, preferirei l'opinione aperta e pubblica. Ma vorrei che la critica tecnica non fosse parziale, limitata alla demolizione di un dettaglio senza aver studiato e capito il complesso, come ho spesso riscontrato. Vorrei che qualche critico tecnico disposto ad entrare nei ranghi dell'Astronautica, rispondesse a tutte le d^mande che seguono. Ritengo che questo metodo di critica seria e completa, possa apportare degli effettivi vantaggi all'Astronautica.

Cap. 45 - QUESITI PER LA CRITICA. — Vorrei dunque che quache critico competente e paziente rispondesse a tutte queste domande, non animato da puro spirito demolitore, ma disposto ad offrire opinioni e dati che servano a perfezionare quello che ho esposto io.

Ma naturalmente, dato il lavoro non indifferente di apposita preparazione che chiunque dovrebbe fare per poter rispondere con effettiva sicurezza, espongo anche queste domande semplicemente per far meglio notare il reale valore di alcune parziali caratteristiche del sistema e del complesso che ne risulta.

Ecco i vari quesiti:

1) - Esaminare questo generatore a radiazioni solari ***ridotto al minimo peso***, separatamente dal complesso del sistema e dire se, malgrado le dimensioni ed il peso, inerenti al suo genere di costruzione, date le condizioni d'ambiente adatte ad un rendimento ottimo nello spazio intersiderale, possa essere utilizzato o non possa essere utilizzato come ***sorgente d'energia per la propulsione nello spazio.***

2) - Dire se questa risorsa di energia gratuita, senza peso e limite, può modificare profondamente i calcoli e le

Digitized by Google

previsioni ***che oggi sanciscono l'impossibilità di uscire dalla zona dell'attrazione terrestre,*** perchè per giungere a questo il veicolo in partenza dovrebbe portare un carico eccessivo di combustibile (teoria dei rapporti di massa).

3) - Dato che le radiazioni solari non hanno massa, e che da esse si può ricavare dell'energia su un albero motore, ma non una propulsione per reazione (esclusa per insufficenza la pressione della luce: teorie di Maxwell ecc.): esaminare il sistema propulsore a doppia reazione che è appunto studiato per ricevere dell'energia su un albero motore e per trasformarla in forza viva per ottenere la massima reazione col minimo consumo di fluido eietto. Dire se è nota un'altra soluzione meccanica per ottenere un analogo risultato, più adatta di questa.

4) - Dato lo schema che si è esposto con dettagli e misure che possono servire ad indirizzare la costruzione di un modello medio di Astronave, dire se si ritiene più facile la costruzione e la prova di questa Astronave oppure la costruzione e la prova di un razzo normale a combustibili liquidi, di eguale potenza.

Naturalmente una dettagliata risposta a questo quesito, elimina in parte le precedenti risposte e può avviare il problema verso la soluzione cercata.

Detta risposta deve tenere per base che questo tipo di Astronave riunisce ed utilizza:

Il ***massimo*** effetto termico che si può raggiungere.

Il *massimo* effetto meccanico che si può aggiungere.

Il ***massimo*** sussidio delle energie offerte dallo spazio.

Cap. 46 - CRITICA TECNICA DEL M. ROBERT ESNAULT PELTERIE. — Riporto uno studio tecnico dell'Esnault Pelterie sul mio propulsore mod. 1912, pubblicato a pag. 75 del suo libro: « L'Astronautique » 1930 (Imprimerie A. Lahure) ed in una comunicazione 25-5-1934 alla Soc. Ing. Civ. di Francia e faccio seguire le mie obbiezioni:

Digitized by Google

«....Rien n'empêche de concevoir que les gaz sortant d'une tuyère subissent ultérieurement une accélération supplémentaire par un procédé quelconque.

Dans le *système* GUSSALLI, le jet sortant de la tuyère est dirigé sur les aubes d'une roue de turbine, mais, au lieu que celle-ci emprunte de l'énergie aux gaz et les abandonne avec une vitesse réduite, elle tourne à contresens et les rejette avec une vitesse accrue en *leur communiquant* de l'énergie; cette énergie doit donc être fournie en supplément de celle qu'ont développée les gaz de la tuyère pour s'accélérer eux-mêmes.

Comme le « combustible » (au sens large comprenant le comburant), qui alimente cette tuyère, doit être le plus énergique possible (voir plus haut). il est naturel de penser que c'est encore lui qui alimentera la machine suraccélératrice, afin de réduire au minimum la consommation massique.

Dans une lettre, M. GUSSALLI envisageait pourtant que cette dernière mission pourrait un jour être confiée à une source d'énergie beaucoup plus concentrée: il songeait probablement à l'énergie intra-atomique. Je dénommerai cette variante: *l'hypothèse* GUSSALLI, sans du reste préjuger en rien de la source énergétique à laquelle elle se réfère.

## Étude du problème dans sa généralité

Soient deux combustibles (au sens large) dont les énergies spécifiques respectives soient E et E',

J'admettrai que l'appareil consomme pendant un temps élémentaire *dt* déterminé, une masse élémentaire déterminée $\Delta m$, *de l'ensemble combustible-comburant;* $\Delta m$ sera donc composé de deux parties: une masse *dm* du combustible «principal» et une masse $\delta m$ du combustible «auxiliaire» chargé par un procédé quelconque de «suraccélérer» le premier et rejeté par la fusée avec une vitesse relative nulle,

Digitized by Google

tandis que le premier est expulsé avec la vitesse relative finale $v_1$.

Nous aurons donc

$$dm + \delta m = \Lambda m \qquad \text{(I. 200)}$$

et nous étudierons le phénomène en considérant $\Lambda m$ comme costant et en faisant varier de 0 à 1 le rapport $dm/\Lambda m$.

Pour que l'analyse soit complète, j'admettrai que le mécanisme à «fonctionnement direct» possède un rendement énergétique $\nu$ et le mécanisme «auxiliaire» ou «suraccélérateur» un rendement $\nu'$. Nous aurons alors la relation.

$$\frac{1}{2}\, dm\, v_1^2 = E\, \nu\, dm + E'\, \nu'\, \delta m \quad , \qquad \text{(I. 201)}$$

d'où

$$v_1 = \sqrt{\frac{2}{dm}(E\, \nu\, dm + E'\, \nu'\, \delta m)} \qquad \text{(I. 202)}$$

Soit maintenant l'impulsion élémentaire

$$di = v_1\, dm \quad , \qquad \text{(I. 203)}$$

nous aurons

$$di = \sqrt{2\, dm\, (E\, \nu\, dm + E'\, \nu'\, \delta m)} \quad , \qquad \text{(I. 204)}$$

ou, en vertu de (I. 200) et en mettant en évidence le rapport $dm/\Lambda m$ ,

$$di = \sqrt{2\, (\Lambda m)^2 \left[(E\, \nu - E'\, \nu')\left(\frac{dm}{\Lambda m}\right)^2 + E'\, \nu'\, \frac{dm}{\Lambda m}\right]} \qquad \text{(I. 205)}$$

La quantité entre crochets est de la forme

$$A\, x^2 + Bx = P \quad , \qquad \text{(I. 206)}$$

où $B > 0$ et $A \gtreqless 0$.

Les deux racines de P cont $x' = 0$ et $x'' = - B/A$; le maximum ou le minimum de P a lieu pour $x = - B/2A$.

*Premier cas.* $E \geqslant E'\nu'$ ; $A \geqslant 0$.

On voit immédiatement que P est une fonction croissante de $x$ dans tout l'intervalle $0 < x < 1$, donc le maximum de P et, corrélativement, celui de $di$ a lieu pour

$$dm = \Lambda m \qquad \text{(I. 207)}$$

Digitized by Google

Dans ce cas qui comprend le *système* GUSSALLI, on peut affirmer que la fusée «à fonctionnement direct» sera toujours-la plus avantageuse.

En effet, pour chaque élément $\Delta m$ consommé, elle recevra un élément d'impulsion *di* plus grand que toute autre fusée. Si donc on compare deux fusées de même masse initiale au moment où elles ont consommé la même fraction de cette masse, la fusée à fonctionnement directe aura atteint une altitude plus grande que celle de toute autre fusée. Corrélativement, à altitude égale, la fusée à fonctionnement direct aura consommé moins de masse.

*Deuxième cas.* — $E\nu < E'\nu'$ ; $A < 0$.

On a toujours, pour $x = 0$, $P = 0$ et de plus

$$\left(\frac{dP}{dx}\right)_0 = 2\,Ax + B = B > 0 \qquad \text{(I. 208)}$$

donc P commence par croître avec $x$ et passe par un maximum pour

$$x = -\frac{B}{2A} \; ; \qquad \text{(I. 209)}$$

il faut maintenant voir si ce maximum tombe dans l'intervalle $0 < x < 1$.

*a*) Le maximum tombe au delà: $-(B/2A) \geqq 1$.

On voit en se reportant à ( I. 205) qu'il en résulte

$$E\nu \geqq \frac{E'\nu'}{2} \; ; \qquad \text{(I. 210)}$$

le polynome P est constamment croissant dans l'intervalle $0 < x < 1$ et la condition optimum est encore (I. 207).

*Même dans ce cas,* un système suraccélérateur est nuisible ou au moins inefficace.

*b*) Le maximum tombe dans l'intervalle $0 < x < 1$; $-(B/2A) < 1$.

Il en résulte

$$E\nu < \frac{E'\nu'}{2} \; ; \qquad \text{(I. 211)}$$

Digitized by Google

*c'est seulement dans ce cas* (qui comprend *l'hypothèse* GUSSALLI) qu'un système accélérateur peut être avantageux.

*Remarque I.* — Dans ce dernier cas, il semble bien improbable que l'on ne puisse utiliser directement le plus énergique des deux combustibles et l'on retomberait alors sur le premier cas. Ne nous berçons donc pas de l'espoir d'améliorer ainsi nos actuels moyens d'action; dans l'état présent, l'intervention de l'énergie intra-atomique n'est, hélas, qu'un rêve... espérons-la.

*Remarque II.* — Si les gaz suraccélérateurs étaient rejetés avec une vitesse notable, on aboutirait simplement à se rapprocher d'autant plus de la solution directe, que leur vitesse restante se rapprocherait davantage de leur vitesse propre d'éjection ».

* * Come si è detto questa discussione è stata pubblicata dall'Esnault Pelterie nel 1930 e nel 1934, e quindi riguarda il solo propulsore a doppia reazione mod. 1912, perchè in tal data non era stata ancora pubblicata la nuova applicazione del generatore a radiazioni solari, che ho aggiunta dopo. Naturalmente in quell'epoca ho risposto all'Esnault Pelterie che non aveva afferrata la vera essenza del mio lavoro (forse per difficoltà di traduzione) e gli ho fatto notare che la sua critica si basava sul raffronto del sistema diretto (razzo) col mio sistema indiretto e che quindi tale critica non aveva alcun valore perchè il sistema «razzo» non aveva dato alcun risultato positivo e quindi era assurdo prenderlo per base di un raffronto. Ed ho fatto notare l'inesattezza del suo libro che non riportava la data 1912 delle mie esperienze, ***data che mi dà la netta priorità internazionale nelle esperienze per l'Astronautica*** e quindi su tutte le esperienze sue e degli altri (vedi Appendice).

Questa dimenticanza è evidentemente molto grave.

Ma l'errore più grave è di non aver capito, forse per difficoltà di traduzione delle lettere, che io tentavo già in quei tempi di alimentare il motore ausiliario con l'utilizza-

Digitized by Google

zione di un'energia trasmessa a distanza, cosa ben diversa da quella che definisce: «ipotesi Gussalli per l'utilizzazione de l'énergie intra-atomique».

Oggi non c'è chi non veda che questa critica alla quale l'E. Pelterie dava tanta importanza, non merita nemmeno più di essere discussa, ***perchè là dove l'E. Pelterie si struggeva di indagare*** se il mio motore ausiliario doveva o non doveva consumare più del motore principale, pena l'inutilità del mio lavoro, ***con un trovato di alto valore, io ho abolito completamente ogni consumo del suddetto motore ausiliario,*** riuscendo a definire le possibilità ed i dati per poterlo alimentare coll'energia delle radiazioni solari, che è senza limite e peso.

E' strano come questi studiosi appassionati delle teorie, attraverso il subisso di formule ed equazioni inutili, non siano suscettibili di un dubbio e cioè che tutti i casi che essi usano prevedere, siano già stati in antecedenza da me previsti e vagliati, esaminati e riesaminati col mio metodo sperimentale, che è ben superiore ai sofismi teorici.

Ad esempio rileggete il « Remarque I » dell'Esnault Pelterie: è possibile che la mia abilità nella previsione tecnica sia stata tanto superiore alla sua, da avermi permesso trent'anni or sono di prevedere e rispondere a tutte le obbiezioni che in detto Remarque espone? Pare che sia così perchè evidentemente non avrei iniziate delle esperienze così complesse e costose, se non avessi sicuramente previsto che sarei giunto a far alimentare il motore-ausiliario da un combustibile di un'energia infinitamente superiore (le radiazioni solari) e che questa energia non si sarebbe potuta utilizzare direttamente per ottenere della reazione, perchè le radiazioni solari non hanno massa e quindi non possono dare reazione.

Digitized by Google

Cap. 47 - CRITICA TECNICA DEL PROF. HERMANN OBERTH — Rispondo ad una lettera del Prof. H. Oberth e faccio seguire una discussione tecnica dettagliata, che desidero serva anche di risposta ad altri studiosi che mi hanno esposte delle obbiezioni su questo delicato argomento.

Con questa lettera l'Oberth dice semplicemente che a norma della formula $P = c. \frac{dm}{dt}$ ritiene difficile che con questo propulsore si possa raggiungere la velocità di liberazione di m/s 11.100 perchè sarebbe necessario raggiungere una eccessiva velocità nell'emissione dei gas di scarico. E' implicito però che anche secondo questa opinione si possano raggiungere velocità inferiori e si possa viaggiare nello spazio con un consumo maggiore di quello previsto in questa descrizione (kg. 0,1 al minuto secondo).

Questo sarebbe già un grande risultato, anzi come ho già detto, questo è ***tutto quello che si può pretendere per ora,*** e le altre discussioni sono superflue, come era inutile discutere nel 1905 se gli areoplani Wrigt o Bleriot sarebbero riusciti ad attraversare l'Atlantico.

Desidero sia ben notato, come ho detto all'inizio, come sia paradossale che tutti i critici vogliano il risultato completo e non ammettano che si incominci per piccole tappe, come sarà invece il progresso nella realtà.

Ma l'Oberth dimentica che ***il mio lavoro è una relazione basata su esperienze eseguite***, e che quindi il consumo e lo sforzo di trazione che prevedo è dedotto dai risultati delle mie esperienze precedenti. Certamente posso essere incorso in inesattezze ed affinchè si possano giudicare, espongo il mio sistema di calcolo:

I dati di consumo e trazione che espongo nella descrizione qui riportata per un singolo propulsore da Hp. 115 (Cap. 36) sono dedotti moltiplicando, con lievi modifiche 6 volte i dati del propulsore della mia esperienza 1912 (Cap. VI). Questo propulsore utilizzava sull'albero motore una forza di Hp. 19, pel circuito chiuso 18. L'acqua era

Digitized by Google

ripresa per condensazione ed il petrolio che veniva consumato nei bruleurs, è stato sostituito nel modello 1939 dal calore generato dalle radiazioni solari: quindi non si deve più calcolare alcun consumo per questo circuito nel modello 1939. Inoltre il propulsore 1912 era provvisto di un ugello 10 (fig. F) che corrisponde all'ugello 16 della fig. 1. che consumava circa kg. 10 di acqua all'ora, per uno sforzo di trazione di kg. 35-70.

Questo peso di acqua consumata è servito a calcolare il peso di kg. 60 d'etere (che sostituisce l'acqua nel modello 1939) che deve consumare un propulsore 1939

Non esiste altro consumo nel modello 1939.

Dato che in questi due casi la velocità di emissione dei due propulsori non cambia, io dovrei aver ottenuto nel 1912 in tale esperienza, una fantastica velocità di emissione come calcola l'Oberth per il mio propulsore 1939.

Ringrazio vivamente l'Oberth dell'informazione, ma proprio non me ne ero accorto. Modestamente credo di aver ottenuto una velocità di emissione di circa m/s 2000.

Ora tra la mia inesattezza sperimentale e l'inesattezza teorica dell'Oberth credo che l'errore più grave sia appannaggio della teorica.

Ammetto la possibilità della mia imprecisione (per ora si legge che i razzi danno differenze molto gravi) perchè, come ho detto, le mie esperienze 1912 dovettero essere sospese per difetti di costruzione e perchè molto pericolose (sebbene io sia allenato alle esperienze pericolose) prima di poter giungere ad un controllo metodico della trazione e del consumo.

L'Oberth inoltre dimentica che il mio attuale sistema di propulsione certamente complicato, è appunto studiato per eliminare la velocità di emissione, necessaria per ottenere una efficiente reazione diretta (nei razzi), sistema che finora ha dato solo pessimi risultati, per sostituirlo con un altro sistema di propulsione che non utilizza questa velocità di emissione.

Gli apparecchi descritti da questa relazione e dai re-

Digitized by Google

centi brevetti ***sono stati studiati e provati per ottenere un forte squilibrio di pressione tra la parte concava e la parte convessa delle palette della ruota mobile,*** e cioè una forte pressione in camera aperta, che serve alla propulsione dell'apparecchio (Cap. VII).

E' naturale che a questa pressione dei gaz deve seguire una espansione, con relativa velocità di emissione, secondo leggi note. Ma per ottenere questa alta velocità di emissione, è evidente che si sarebbero dovuti applicare, all'uscita dei gaz dalla ruota mobile, dei canali o palette direttrici, per guidare e favorire l'espansione dei gaz e far acquistare ad essi la massima velocità di emissione.

Nulla di tutto questo è stato tentato od applicato nei modelli del mio propulsore attuale (sebbene, con un altro studio precedente, si siano esaminate le possibilità e le caratteristiche di un sistema propulsore a doppia reazione, adatto ad ottenere la massima velocità di emissione) perchè è evidente che l'effetto ottenuto dalla contro pressione sulle palette, è superiore all'effetto di reazione che potrebbero fornire i gaz se uscissero alla più alta velocità di emissione che si può ottenere con quella pressione e temperatura.

Se teoricamente questo concetto pare astruso, sperimentalmente è dalla massima semplicità, perchè nella pratica succede così anche quando si vorrebbe ottenere il contrario. Infatti nei razzi normali, quando si vuol ottenere la più alta velocità di emissione, questa non corrisponde mai alla calcolata in base alla pressione ed alla temperatura ed alle speranze dell'esperimentatore.

Qui invece è il contrario: si vuol solo ottenere una data pressione sulle palette e la velocità di emissione sarà quella che sarà, senza che ci si debba preoccupare delle perdite di velocità per dispersione del calore, attriti, vortici, pressione di regime, e sopratutto per le condensazioni, perchè il vapore potrebbe essere emesso anche con principio di condensazione per la forte pressione.

Digitized by Google

Ma se si dimentica tutto questo lavoro tecnico fatto e ci si ostina a calcolare il consumo e lo sforzo di trazione del mio propulsore prendendo per base una velocità di emissione che non si ricerca (o che è secondaria) evidentemente si giuoca a macinare l'acqua nel molino.

In tal caso è più semplice criticare il lato tecnico del propulsore e dimostrare che non può funzionare perchè non può raggiungere le pressioni che ho denunciate, o che esistono delle pressioni contrarie che si annullano, o basare la critica sulle complicazioni del consumo, come ha fatto l'Esnault Pelterie (vedere Cap. 46).

Questa critica mi parrebbe più logica, ma invece vedo che molte insigni persone accettano i miei dati tecnici, e mi oppongono delle teorie classiche indiscutibili, che si basano però su dati tecnici perfettamente diversi o contrari a quelli da me usati nell'allestimento delle esperienze. Quindi risulta dalla loro critica che il propulsore può funzionare in pratica, ma non può funzionare in teoria.

Questo evidentemente è un assurdo.

Mi guardo bene dal dire che la terza legge di Newton sia errata, perchè sebbene non funzioni più l'inquisizione, potrei passare dei brutti guai, dico solo che non si deve applicare questa legge in questo caso, dato che i risultati delle esperienze non corrispondono. Non discuto la legge, discuto l'applicazione ed affermo che questo metodo di propulsione non va considerato e calcolato come un metodo a reazione semplice (Cap. VIII).

Cap. 49 - Ultracentrifugeuses. — Devo anche aggiungere un accenno ai risultati ottenuti colle «Ultracentrifugeuses» che ***arrivano a dare in camera aperta delle forze centrifughe superiori ad un milione di volte la gravità.***

Non è impossibile che il propulsore Gussalli, con opportune modifiche, arrivi a simili pressioni e sforzi, perchè

Digitized by Google

bisogna ben ricordare che nei razzi normali i gaz escono dall'ugello direttamente, seguendo una linea retta, mentre nel propulsore a doppia reazione sono costretti a percorrere prima di uscire una curva piccolissima (la curvatura della paletta del diametro cm. 1 secondo il Cap. V) curva che *corrisponde ad un mezzo giro del rotor* delle «Ultracentrifugeuses».

***Quindi si può giungere col propulsore ad altissime pressioni ed a sforzi di trazione utilizzabili dell'ordine di quelli raggiunti nelle «Ultracentrifugeuses».***

Ma vi assicuro che quando un ricercatore sarà riuscito ad utilizzare praticamente tali pressioni, potrà infischiarsene della velocità di emissione più o meno relativa che ne risulterà in dipendenza, dopo gli attriti, le trasformazioni e modifiche nello stato dei gaz. Resta ben inteso che il propulsore funziona benissimo sperimentalmente, anche se tutte queste dissertazioni teoriche sul suo modo di funzionare non sono esatte. Questo è quanto più ci interessa.

Cap. 52 - Altre obbiezioni. — Riporto una corrispondenza tecnica avuta col prof. C. R. dell'Università di Napoli nel marzo del 1931. Questa discussione riguarda esclusivamente il propulsore a doppia reazione mod. 1912 (vedi Parte Prima) perchè non era ancora stato pubblicato il mod. 1939 e riguarda esclusivamente il tipo del detto propulsore studiato per ottenere un aumento della velocità finale d'emissione. In seguito ho sospeso gli studi su questo tipo, ritenendo migliore il modello che si basa sulla pressione in camera aperta. Comunque per ora è ancora difficile stabilire i vantaggi effettivi di un tipo o dell'altro finchè non verranno eseguite altre esperienze.

Riporto una mia lettera in data 6-3-1931 in risposta a delle obbiezioni tecniche del prof. C. R.

« Devo ancora prolungare questa discussione per i motivi che ora espongo.

Digitized by Google

Credo che il prof. C. R. non si sia mai prima d'ora interessato all'Astronautica, da un colloquio avuto a Trento, ed ho la sensazione che gli sia sfuggito un principio base in materia indispensabile per giudicare i miei studi. Non è certo strano che una persona dotta in un ramo, non sia al corrente in un ramo affine, specie se non ancora ben noto.

2 - Nella lettera 11-2-931 il sig. prof. C. R. dice: «l'aumento della velocità, dovuta al turbo-ventilatore, resterebbe inferiore al 30% ed è ragionevole ritenere che tale incremento sia troppo modesto, e come tale inadatto a compensare.... » Questa è l'asserzione grave che fa sospettare l'inesattezza di tutto il giudizio: ***che un aumento di velocità di eiezione del 30% sarebbe troppo modesto.***

Per rettificare dovrei incominciare dalle basi elementari dell'Astronautica come oggi è concepita all'estero, un pò per merito mio, ma per semplicità espongo solo una tavola.

Questa tavola (L'Astronautique - Esnault Pelterie 1930) dà la massa iniziale che bisogna impiegare per ottenere l'espulsione fuori del campo dell'attrazione terrestre, di una massa finale eguale all'unità, fatta astrazione della resistenza dell'aria.

Si noti bene che questo problema dei ***rapporti dì massa*** è la difficoltà base che costituisce da se sola il problema Astronautico, ed è indispesabile che un esaminatore la conosca.

Questa tavola dove A è l'accelerazione scelta e V la velocità dei gaz espulsi dal razzo, rende ben chiaramente la variazione *enorme* del rapporto di massa in funzione della velocità d'eiezione, ossia l'enorme vantaggio che risulta da un piccolo aumento della velocità d'eiezione anche se inferiore al 30%:

| V *m/s* | A = 1,1 *g* | A = 2*g* |
|---|---|---|
| 2000 | 143 000 | 1574 |
| 2500 | 13 270 | 361,3 |
| 3000 | 2 700 | 135,2 |
| 3500 | 883 | 67,1 |
| 4000 | 378 | 39,7 |

Digitized by Google

Questo esposto, nelle sue linee generali è notissimo ed è una delle basi dell'Astronautica.

3 - La mancata conoscenza di queste caratteristiche dei razzi, probabile e non strana anche in un coltissimo esaminatore, serve però a spiegare molte incertezze:

non giustamente edotto sul fatto elementare che è l'enorme vantaggio che apporta l'aumento della velocità di emissione, come si può ammettere che l'esaminatore conosca il passato degli studi che hanno portato a questo punto?

Per esso relatore è una futilità il fatto che io venti anni or sono, quando le poche esperienze note sulla reazione (tipo Coanda, Melot, ecc.) tendevano ad utilizzare la reazione di una grande massa d'aria alla quale veniva impartita una velocità relativa, ***io abbia nettamente iniziato le esperienze per la massima velocità e minimo peso del fluido espulso*** e quindi consiglia di schivare la fatica di accertare una mia data di precedenza scientifica.

Il mio propulsore gli sembra un apparecchio inutilmente ingombrante e complicato, mancando l'esatta nozione dell'entità dello scopo che si prefigge.

Il mio opuscolo, la Memoria presentata al Congresso, le corrispondenze seguite tutte presuppongono pacificamente noto all'esaminatore tutto questo. Se sono state lette senza dette chiare cognizioni che sono la base di ogni periodo, di ogni asserzione, non possono essere state comprese ed un giudizio sul loro valore in siffatte condizioni non può quindi essere ritenuto valido.

4 - Inoltre il relatore non segue o non vuol ammettere il mio metodo di esposizione, non personale ma comune a tutti gli esperimentatori che entrano in campi dove il patrimonio scientifico comune non dà l'appoggio sicuro sufficiente. Ripetutamente dichiara insufficenti i dati numerici, che nessuno espone mai in trattazioni che affermano

Digitized by Google

delle direttive od un principio, per non doverli modificare ad ogni passo del continuo progresso. Non si sottopone al lavoro ausiliare che deve compiere il lettore che ha un reale interesse per questi studi che consiste nel trarre le deduzioni logiche dai principii e dati generici esposti. Al contrario dell'opinione del relatore il mio opuscolo è uno dei più chiari e completi nel genere, ***purchè il lettore sia animato da buone intenzioni*** e lo legga col volontario aiuto di cognizioni note. Le obiezioni del relatore vanno quindi così rivedute: (seguendo la sua lettera 11-2-931).

5 - ..... « *e come tale inadatto a compensare il danno dell'aumento di peso e di ingombro aerodinamico dovuto alla introduzione del motore* ». L'aumento di peso si riduce a poche decine di chilogrammi (appros. Kg. 58 invece di Kg. 30) come confermo più avanti, e per l'ingombro aerodinamico l'***esaminatore dimentica*** che esso scompare anche nelle più vicine zone rarefatte campo dell'Astronautica.

6 - .... *il raggio della curva descritta dal getto fluido diminuisce continuamente col crescere della velocità di rotazione. L'affermazione non è dimostrata.*

Leggere al Cap. V la chiara dimostrazione dell'affermazione.

7 - «..... *in modo che le due forze sono interne rispetto all'apparecchio complessivo (razzo), e come tali prive di effetto sul suo moto assoluto*». Non è vero che le due forze siano interne rispetto all'apparecchio complessivo (razzo), perchè la resistenza offerta dalla forza centrifuga all'azione del motore, non ha alcuna reazione interna sull'apparecchio (ad esempio su un ugello o su un condensatore) ma invece concorre alla sovraccelerazione della velocità dei gaz espulsi fuori del razzo e quindi ha grande effetto sul suo moto assoluto.

8 - «*Non vedo chiara l'opportunità dell'accenno alla teoria einsteiniana*». A me par chiara l'opportunità, ma rispondo al modo americano: questo fatto non fa materia.

9 - «.... *e si constatò che lo sforzo di trazione che si ot-*

Digitized by Google

*tiene col metodo a doppia reazione è molto superiore a quello che si può ottenere con i propulsori che utilizzano la reazione direttamente*». L'esaminatore osserva che non sono riferiti risultati numerici di misure fatte. E sta bene, non ho voluto o potuto riferirli. Evidentemente perchè il macchinario ed i risultati possono essere facilmente migliorati e di questo poteva accorgersene anche l'esaminatore. Devo però fare una domanda: Se riferissi i dati numerici quale controllo o confronto potrebbe fare un esaminatore accademico, quando nessun altro testo sulla reazione pubblica simili dati di esperienze?

10 - «*Neppure è controllabile la dichiarazione successiva dove l'autore afferma che....*» Ma per un esperto in materia sono tutti elementi noti o prevedibili, facciamo quindi la somma: Una ruota mobile di turbina DeLaval Hp. 50, diam. cm. 33, con assale, pesa Kg. 16. La ruota mobile inversa montata sul medesimo assale che deve funzionare da motore pesa Kg. 12. Il peso della camera di combustione varia secondo il tipo prescelto, e si può rappresentare con un peso di Kg. 30. Niente compressori di gaz perchè gli esperimentatori noti tentano tutti l'utilizzazione del combustibile e comburente liquido. Risulterebbe quindi un totale di poche decine di Kg. come ho detto (appros. Kg. 58 come dato schematico).

11 - Nota poi l'esaminatore «.... *manca qualsiasi riferimento del peso allo sforzo di propulsione ottenuto*» ma anche qui l'esaminatore può supplire per cognizioni note: Dato che è comunemente richiesta, come base di un propulsore a reazione, la possibilità di sollevare il proprio peso. Ed essendo noto detto peso ora citato e le caratteristiche delle ruote Laval o simili, descritte in tutti i testi e stabilita una sovraccelerazione della velocità di emissione del 30% (o simile da definirsi per ogni caso): Resta da definire se il doppio peso rappresentato dal mio propulsore in raffronto ad un razzo semplice alla partenza (Kg. 58 invece di Kg. 30) e le perdite di rendimento causate dalle giranti, non siano largamente compensati dalla sovraccelerazione del 30%.

Digitized by Google

***Le leggi dell'Astronautica e la tavola esposta al N. 2 sui rapporti di massa affermano questo vantaggio***, coll'evidenza richiesta dall'esaminatore. Il rendimento effettivo della camera di combustione non dipende da me ma dai problemi generici dell'Astronautica».

Cap. 53 - Conclusione. — Dall'esposto si può trarre la conclusione che col propulsore a doppia reazione, usando il modello studiato per ottenere un aumento della velocità finale di emissione ed il generatore a radiazioni solari, ***si può calcolare una diminuzione effettiva e gratuita***, (secondo la tavola dell'Esnault Pelterie esposta al Cap. 52) ***dal 50% al 90% nel rapporto di massa*** che occorrerebbe ad un propulsore razzo normale di eguale potenza (vedi anche Cap. 38). Richiamiamo che questo vantaggio è analogo a quello che offre un piroscafo a vapore quando usa anche la vela: nel nostro caso il vento è sostituito dalle radiazioni solari.

Il calcolo analogo pel modello di propulsore a doppia reazione che si basa sulla pressione in camera aperta, è più difficile, ma da quanto ho detto in questa relazione si può dedurre che potrà portare a risultati superiori.

Si può quindi ritenere che, date le possibilità che presentano i nuovi mezzi meccanici qui descritti, ***debbano essere rivedute e modificate le teorie che oggi sanciscono l'impossibilità di uscire dal raggio dell'attrazione terrestre per l'eccessiva massa iniziale che sarebbe necessaria alla partenza.***

Come ho detto il mio compito di ricercatore finisce coll'ideazione e coll'impostazione del mezzo meccanico necessario.

Il lettore paziente avrà osservato che ho riportate delle critiche aspre di studiosi insigni e si sarà accorto che ***ho fatto questo perchè queste critiche, raffrontate fra loro, risultano disparate, personali e nettamente inconsistenti.***

Digitized by Google

# APPENDICE

# Tabella delle tappe principali dell'Astronautica

Riporto questa tabella delle tappe principali dell'Astronautica pubblicata da M. Esnault Pelterie nel suo libro L'Astronautique - 1930 - pag. 24 - e che ho completata coll'aggiunta dei N. 3°, 5°, 11°, 17°, che modificano sensibilmente l'ordine cronologico della tabella.

1° - 1896 — Ziolkowskj rivendica una pubblicazione sulla quale non si può raccogliere alcun dato.

2° - 1908 — Il libro di Ferber: De crète à crète, de ville à ville, de continent à continent, accenna che la questione è stata prospettata da lui, Wells, Esnault-Pelterie, Archdeacon, Quinton.

3° - 1909 — L. Gussalli eseguisce delle esperienze preliminari di orientamento agli studi sui propulsori a reazione, con un apparecchio ad eiezione d'acqua.

4° - 1911 — Il Dott. Bing prende un brevetto Belga nel quale espone il principio del razzo «gigogne» allo scopo di prendere data relativamente alle idee che egli aveva da diversi anni.

5° - 1912 — L. Gussalli inizia le esperienze col propulsore a doppia reazione, costruzione che comprende un generatore di vapore surriscaldato con motore Serpollet Hp. 12 e una turbo ruota tipo Laval Hp. 50 (fig. E e F). Questo

Digitized by Google

apparechio detiene l'assoluta precedenza su ogni altro propulsore a reazione, eseguito con concetti tecnici moderni. Detto propulsore, che è un apparecchio sovracceleratore della velocità dei gas d'eiezione, ha iniziata la via che hanno seguito in questo ventennio i propulsori astronautici e cioè: « la massima velocità d'eiezione ».

6° - 1912 — Robert Esnault-Pelterie tiene due conferenze in febbraio e novembre: egli considera il rapporto di massa tale che un veicolo non sarà realizzabile se non quando l'energia atomica sarà assoggettata.

7° - 1912 — Il Professore Robert H. Goddard comincia i suoi studi teorici all'Università di Princeton.

8° - 1914 — Alla fine di un opuscolo pubblicato nell'occasione del decimo anniversario della creazione dell'Istituto Aerodinamico di Koutchino: M. D. P. Riabouchinskj fa allusione al problema della navigazione interplanetare e dichiara che l'Istituto inizierà delle ricerche in questa via.

9° - 1919 — La Smihsonian Institution pubblica i lavori teorici e pratici del Prof. Goddard dal 1912 sotto il titolo: A method of reaching extreme altitudes.

10° - 1920 — Esnault-Pelterie ed i suoi collaboratori s'accorgono che delle velocità d'eiezione realizzabili permettono di rendere quasi accettabile il rapporto di massa: essi hanno il torto di non pubblicare questi lavori (indipendentemente da questa affermazione la prova può essere data dalla testimonianza di questi collaboratori ormai separati da lui da molti anni).

11° - 1923 — L. Gussalli nel gennaio pubblica dei lavori degli anni precedenti e la descrizione del-

Digitized by Google

le sue esperienze 1912 (Società Editrice Libraria, Milano 1923) con numerosi ed importanti punti d'appoggio per dimostrare la necessità della massima velocità d'eiezione.

12° - 1923 — Hermann Oberth pubblica il suo libro: Die Rakete zu den Planetenräumen, sembra che egli si sia ben accorto dell'importanza della velocità d'eiezione ma sfortunatamente non espone una teoria generale dimostrando la sua azione sul rapporto di massa; egli segnala la possibilità di aumentare questa velocità coll'aggiunta di un eccesso d'un gas leggero, senza però darne la dimostrazione.

13° - 1925 — Walter Hohmann pubblica: Die Erreichbarkeit der Himmelskòrper, egli mette chiaramente in valore l'importanza della velocità d'eiezione per la sua azione sul rapporto di massa.

14° - 1927 — Robert Esnault-Pelterie pubblica: L'Exploration par fusées de la très haute atmosphère et la possibilitè des voyages interplanètaires. Egli vi indica, in seguito ai suoi calcoli del 1920, l'importanza della velocità d'eiezione.

15° - 1928 — Willy Ley pubblica: Die Mògltchkeit der Weltraumfahrt, ove egli stesso e diversi autori esprimono le loro idee antiche e nuove: Dr. Karl Debus; Prof. Hormann Oberth; Dr. Frantz von Hoefft; Dr. Ing. Walter Hohmann, Ing. Guido von Pirquet; Ing. Fr. W. Sander.

16° - 1929 — Oberth pubblica la sua nuova opera che sviluppa la precedente: Wege zur Raumschiffahrt (Le strade per la realizzazione della navigazione nello spazio).

17° . . . . — Dopo questo periodo di preparazione i propulsori per l'Astronautica acquistano popolarità per esperienze molto note. Da segna-

Digitized by Google

lare: le automobili ed aeroplani-razzo Opel, Valier, Heylandt, Tilling; i razzi Goddard, Oberth, Winkler, Nebel ed i razzi postali Schmiedl, Zucher, ecc.

* * Sebbene questa discussione cronologica dell'Esnault Pelterie sugli inizi degli studi sulla velocità d'eiezione, sia ormai superata dal mio attuale sistema che preferisce la pressione in camera aperta, è opportuno osservare la posizione di alto valore occupata dalle mie esperienze e pubblicazioni in questa tabella. Da un confronto risulta:
— Al N. 10: nel 1920 Esnault-Pelterie *s'accorge* del valore della velocità d'eiezione, ma non pubblica.
— Al N. 11: nel gennaio 1923 L. Gussalli *pubblica* dei lavori degli anni precedenti e la descrizione delle sue esperienze 1912 (Società Editrice Libraria, Milano 1923) con numerosi ed importanti punti d'appoggio per dimostrare la necessità della massima velocità d'eiezione.
— Al N. 12: nel 1923 Hermann Oberth, *sembra* essersi accorto dell'importanza della velocità d'eiezione ma ......
— Al N. 13: nel 1925 Walter Hohmann mette *nettamente* in valore l'importanza della velocità di eiezione per la sua azione sul rapporto di massa.
— Al N. 14: nel 1927 Esnault-Pelterie *pubblica* i suoi calcoli del 1920 sull'importanza della velocità di eiezione.

Evidentemente l'elenco mi assegna prima una netta priorità per le esperienze (N. 3° e 5°) e dopo per la pubblicazione (N. 11°).

---

Digitized by Google

Digitized by Google

*Finito di stampare*
*coi tipi della Tipografia Editrice GIULIO VANNINI di* **Brescia**
*il* 28 *Marzo* 1941 - XIX E. F.

Digitized by Google